



**PEDRO JOSÉ
SANTOS COSTA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO - ANÁLISE DO PESO DA ÁGUA E DA
ENERGIA NOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE EDIFÍCIOS
UNIVERSITÁRIOS**



**PEDRO JOSÉ
SANTOS COSTA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO - ANÁLISE DO PESO DA ÁGUA E DA
ENERGIA NOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE EDIFÍCIOS
UNIVERSITÁRIOS**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizado sob a orientação científica da Doutora Inês Osório de Castro Meireles, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, coorientação do Doutor José Claudino de Pinho Cardoso, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, coorientação do Professor Engenheiro José Alberto Marques Lapa, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil e coorientação técnica do Engenheiro António Costa, Engenheiro da empresa 1+1 Arquitectos.

o júri

Presidente

Prof. Doutor Joaquim Miguel Gonçalves Macedo

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Vogais

Prof. Doutor Nelson Amadeu Dias Martins

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Profª. Doutora Inês Osório de Castro Meireles

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Começo por agradecer aos meus pais, por terem tornando este sonho uma realidade. Agradeço à minha namorada Daniela Lopes por todo o apoio demonstrado neste percurso letivo. Agradeço a todos os meus amigos por todo o suporte ao longo destes anos, ainda com especial gratidão ao Rúben Gouveia, Miguel Andrade, Emanuel Pereira e José Galante por terem contribuído na recolha de dados durante uma semana.

Gostaria ainda que ficasse registado o incansável apoio demonstrado pela professora Inês Meireles minha orientadora, meu orientador e pela disponibilidade do professor José Claudino e do professor José Lapa que coorientaram a dissertação. Aos Serviços Técnicos da Universidade de Aveiro por terem colaborado com toda a informação necessária.

Gostaria de agradecer a toda a equipa da 1+1 Arquitetos, por me terem recebido de braços abertos e por todo apoio demonstrando ao longo do percurso na empresa. Ainda, um especial obrigado ao arquiteto Alexandre Sousa e à arquiteta Isabel Sabrina por terem tornado este estágio possível. Por fim, mas não com menos importância queria agradecer ao engenheiro António Costa por toda a orientação técnica, empenho e paciência que dispôs durante o estágio curricular.

palavras-chave

Hidráulica Urbana, Projeto, Modelação, Consumos de água e de energia em edifícios universitário, Custo ciclo de vida.

resumo

O presente trabalho diz respeito a um estágio de natureza curricular e de uma parte inovadora com o objetivo de constituir trabalho final para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil pela Universidade de Aveiro. O estágio é focado principalmente em projetos de especialidade mais concretamente em projetos de hidráulica de edifícios. Este estágio decorreu na empresa “1+1 Arquitectos”, a empresa executa projetos de arquitetura, projetos de engenharia civil e fiscalização, a empresa encontra-se sediada em Espinho.

O relatório, encontra-se dividido em duas grandes partes, a primeira parte diz respeito ao trabalho realizado na empresa “1+1 Arquitectos”, que aborda projetos de engenharia civil. Os projetos foram elaborados de acordo com a regulamentação Portuguesa em vigor, nomeadamente no que se refere ao dimensionamento e traçado de projetos de hidráulica de edifícios e projetos de estabilidade. Para o dimensionamento dos projetos foi necessário recorrer a folhas de cálculo em Microsoft Excel e quando necessário recorreu-se a utilização do software de cálculo automático Cype redes de águas, residuais e pluviais clássico e CYPECAD.

A segunda parte, diz respeito a parte inovadora, análise do peso da água e da energia nos custos do ciclo de vida dos edifícios universitários. Os edifícios em estudo foram o DECivil, ESSUA, CICFANO e ECOCRR, analisou-se os consumos de água e de energia destes edifícios, foram elaboradas sondagens, durante uma semana de modo a relacionar os consumos com o número de ocupantes. Por fim analisou-se o custo de utilização de cada edifício de modo a obter a estimativa custo de utilização dos edifícios num período de vida aproximadamente de 50 anos.

keywords

Urban Hydraulics, Design, Modeling, Consumption of water and energy in university buildings, Cost of life cycle.

abstract

This present report is part of the final study concerning an internship and an innovative part with the objective of constituting the final work to obtain the degree of Master in Civil Engineering from the University of Aveiro. The internship is focused on specialty projects more specifically on building hydraulics projects. This internship took place in the company "1+1 Arquitectos", this company executes architectural projects, civil engineering projects and inspection, the company is located in Espinho.

The report, is divided into two major parts, the first part of the work in the company "1+1 Arquitectos", which covers civil engineering projects. The projects were elaborated in accordance with the Portuguese regulations in force, with respect to the design and layout of hydraulic projects for buildings and stability projects. For project sizing it was necessary to resort to spreadsheets in Microsoft Excel and when necessary the use of Cype automatic calculation software was used for water, waste and rainwater classic and CYPECAD.

The second part concerns the innovative part, analysis of the weight of water and energy in the life-cycle costs of university buildings. The buildings under study were DECivil, ESSUA, CICFANO and ECOCRR, the water and energy consumptions of these buildings were analysed, surveys were carried out for a week to relate the consumption to the number of occupants. Finally, the cost of using each building was analysed to obtain the cost of using the buildings over a period of approximately 50 years.

ÍNDICE GERAL

1	Introdução.....	3
1.1	Enquadramento.....	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Empresa de acolhimento	4
1.4	Descrição do trabalho realizado	4
PARTE 1.....	7	
2	O projeto em Engenharia Civil	11
2.1	Regulamentação	11
2.1.1	Regulamentação Portuguesa.....	11
2.1.2	Eurocódigos.....	13
2.2	Metodologia.....	15
2.2.1	Redes prediais de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e drenagem de águas pluviais.....	15
2.2.2	Dimensionamento dos projetos de estabilidade	15
3	Casos de estudo.....	19
3.1	Metodologia.....	19
3.2	Breve descrição dos projetos	20
3.2.1	Obra N°1	20
3.2.2	Obra N°2.....	21
3.2.3	Obra N°3.....	22
3.2.4	Obra N°4.....	22
3.2.5	Obra N°5.....	23
3.2.6	Obra N°6.....	23
3.2.7	Obra N°7.....	23
3.2.8	Obra N°8.....	24
3.2.9	Obra N°9.....	25
3.2.10	Obra N°10	25
3.2.11	Obra N°11	26
3.2.12	Obra N°12	27

3.2.13 Obra Nº13	27
3.3 Descrição Detalhada de Projetos.....	28
3.3.1 Obra Nº1	28
3.3.2 Memória Descritiva e Justificativa.....	29
3.3.2.1 Projeto de rede de águas prediais	29
3.3.3 Obra Nº5	34
3.3.4 Memória Descritiva e Justificativa.....	35
3.3.4.1 Projeto da rede de drenagem de águas residuais	35
3.4 Obra Nº6.....	40
3.4.1 Memória Descritiva e Justificativa.....	40
3.4.1.1 Projeto da rede de drenagem de águas pluviais	40
3.5 Obra Nº8.....	44
3.5.1 Dimensionamento da caixa de escadas	44
3.5.2 Dimensionamento das Lajes Aligeiradas do edifício	47
PARTE 2.....	51
4 Gestão de ativos físicos.....	55
4.1.1 Conceito	55
4.1.2 Enquadramento.....	56
4.1.3 A Dimensão Integrada da gestão de ativos	57
4.2 Custo do ciclo de vida	59
4.2.1 Conceito	59
4.2.2 Enquadramento.....	60
4.2.3 Estrutura Geral dos Custos	61
4.2.4 Custos totais do ciclo de vida	61
4.2.5 Ciclo de vida do ativo.....	62
4.2.6 Custos de fim de vida	64
4.2.7 Benefícios do uso do custo do ciclo de vida	65
4.2.8 Modelação de desempenho e vida de serviço	66
4.2.9 Vantagens e desvantagem da avaliação económica dos CCV	67
4.2.10 Etapas na metodologia do CCV	68
4.3 Modelos	69
4.3.1 Modelo de plano de gestão	69

4.3.2	Modelo de custo de ciclo de vida	70
5	Casos de Estudo	75
5.1	Metodologia.....	75
5.1.1	Introdução.....	75
5.1.2	Metodologia.....	75
5.2	DECivil.....	78
5.2.1	Introdução.....	78
5.2.2	Resultados e Discussão dos consumos de água.....	78
5.2.1	Resultados e Discussão dos consumos de eletricidade	82
5.2.1	Resultados e Discussão dos consumos de gás.....	83
5.2.1	Análise da taxa de ocupação com os consumos	85
5.3	CICFANO	88
5.3.1	Introdução.....	88
5.3.1	Resultados e discussão dos consumos de água	89
5.3.1	Resultados e discussão dos consumos de eletricidade	90
5.3.2	Análise da taxa de ocupação com os consumos	91
5.4	ESSUA	95
5.4.1	Introdução.....	95
5.4.2	Resultados e discussão dos consumos de água	95
5.4.3	Resultados e discussão dos consumos de eletricidade	97
5.4.4	Análise da taxa de ocupação com os consumos	98
5.5	ECOCRR.....	101
5.5.1	Introdução.....	101
5.5.1	Resultados e discussão dos consumos de água	102
5.5.1	Resultados e discussão dos consumos de eletricidade	103
5.5.2	Análise da taxa de ocupação com os consumos	104
5.6	Análise dos custos do ciclo de vida dos edifícios em estudo	107
6	Conclusões.....	115
	Referências bibliográficas	121
	ANEXO A	125
	ANEXO B	131

ANEXO C	137
ANEXO D	141
ANEXO E	147
ANEXO F.....	149
ANEXO G.....	154
ANEXO H.....	158
ANEXO I.....	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Logotipo da empresa acolhedora	4
Figura 2 - Alçado principal da obra Nº1 (1+1 Arquitectos, 2017).	21
Figura 3 - Alçado principal da obra Nº2 (1+1 Arquitectos, 2017).	21
Figura 4 - Alçado principal da obra Nº3 (1+1 Arquitectos, 2017).	22
Figura 5 - Alçado da obra Nº4 (1+1 Arquitectos, 2017).....	22
Figura 6 - Alçado principal da obra Nº5 (1+1 Arquitectos, 2017).	23
Figura 7 - Obra Nº6 (1+1 Arquitectos, 2017).	23
Figura 8 - Alçado Poente da obra Nº7 (1+1 Arquitectos, 2017).....	24
Figura 9 - Perspetiva da obra Nº8 (1+1 Arquitectos, 2017).....	24
Figura 10 - Perspetiva 3D da obra Nº9 (1+1 Arquitectos, 2017).....	25
Figura 11 - Alçado Nascente da Obra Nº10 (1+1 Arquitectos, 2017).	26
Figura 12 - Alçado Poente da obra Nº11 (1+1 Arquitectos, 2017).....	26
Figura 13 - Alçado Poente da obra Nº12 (1+1 Arquitectos, 2017).....	27
Figura 14 - Alçado Sul da Obra Nº13 (1+1 Arquitectos, 2017)	28
Figura 15 - Foto da obra Nº1 em execução.....	28
Figura 16 - Considerações para o dimensionamento da rede de abastecimento de água. .	29
Figura 17 - Traçado da rede de abastecimento de água do primeiro piso.....	34
Figura 18 - Alçado principal da obra. (1+1 Arquitectos).....	35
Figura 19 – Planta de drenagem de águas residuais da cave obra Nº5.	39
Figura 20 - Obra nº6 (1+1 Arquitectos, 2017).	40
Figura 21 – Planta de drenagem de águas pluviais do rés-do-chão.	43
Figura 22 - Planta da cobertura da obra Nº7.....	44
Figura 23 - Caixa de escada da obra Nº7.	44
Figura 24 - Caixa de escadas da obra Nº7.	45
Figura 25- Peças desenhadas da caixa de escadas	46
Figura 26 - Peças desenhadas da caixa de escadas	46
Figura 27 - Planta estrutural do 1ºAndar da obra Nº7 (1+1 Arquitectos, 2017).....	47
Figura 28 - Quadro de Lajes aligeiradas, obra Nº7.....	48
Figura 29 - Princípios e atributos da gestão de ativos (adaptado de PAS 55-2, 2008).....	58
Figura 30- Relação entre os principais atributos entre a gestão de ativos e de um sistema de gestão de ativos (Adaptado de ISO 55000, 2014).....	59

Figura 31- Análise das diferentes fases do ciclo de vida (adaptado de ISO 15686-5).	60
Figura 32- Estrutura de todos os custos do ciclo de vida (adaptado de ISO 15686-5, 2008).	62
Figura 33- Atividades de Manutenção (Adaptado de Takata et al.,2004).	64
Figura 34 - Localização do DECivil (adaptado de Google,2017).	78
Figura 35 - Classificação de árvore usando o método CHAID	79
Figura 36 - Classificação de árvore usando o método CRT.	80
Figura 37 - Consumo diário de água do edifício DECivil.	81
Figura 38 - Consumo mensal de água do edifício DECivil.	81
Figura 39 - Consumo diário de eletricidade do edifício DECivil.	82
Figura 40 - Consumo mensal de eletricidade do edifício DECivil.	83
Figura 41 - Consumo diário de gás do edifício DECivil.	83
Figura 42 - Consumo mensal de gás do edifício DECivil.	84
Figura 43 - Localização do CICFANO, (adaptado de Google, 2017).	88
Figura 44 - Consumo diário de água do edifício CICFANO.	89
Figura 45 - Consumo mensal de água do edifício CICFANO.	90
Figura 46 - Consumo diário de eletricidade do edifício CICFANO.	90
Figura 47 - Consumo mensal de eletricidade do edifício CICFANO.	91
Figura 48 - Localização do CICFANO, (adaptado de Google, 2017).	95
Figura 49 - Consumo diário de água do edifício ESSUA.	96
Figura 50 - Consumo mensal de água do edifício ESSUA.	96
Figura 51 - Consumo diário de eletricidade do edifício ESSUA.	97
Figura 52 - Consumo mensal de eletricidade do edifício ESSUA.	98
Figura 53 - Localização do ECOCRR, (adaptado de Google, 2017).	101
Figura 54 - Consumo diário de água do edifício ECOCRR.	102
Figura 55 - Consumo mensal de água do edifício ECOCRR.	103
Figura 56 - Consumo diário de eletricidade do edifício ECOCRR.	103
Figura 57 - Consumo mensal de eletricidade do edifício ECOCRR.	104
Figura 58 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício DECIVIL.	108
Figura 59 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício ESSUA.	109
Figura 60 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício CICFANO.	109
Figura 61 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício ECOCRRR.	110

Figura 62 - Dimensionamento Lajes Aligeiradas Rés-do-chão	164
Figura 63 - Dimensionamento Lajes Aligeiradas 1ºPiso	164
Figura 64 - Dimensionamento Lajes Aligeiradas Cobertura	165
Figura 65 - Dimensionamento Lajes Aligeiradas 2ºPiso	165

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos projetos realizados.....	5
Tabela 2- Regulamentos Nacionais de Segurança e Dimensionamento de Estruturas de Engenharia Silva, M., Candeias, P., Coelho, E., LNEC, 2012).	12
Tabela 3- Normas Europeias de Hidráulica Predial e Eurocódigos Estruturais	13
Tabela 4 - Metodologia adotada para o cálculo	19
Tabela 5- Perdas de cargas localizadas.	29
Tabela 6 - Dimensionamento água fria 3º piso fração Q e P	30
Tabela 7 - Dimensionamento água quente 3º piso fração Q e P.	30
Tabela 8 - Dimensionamento água fria 1º piso fração C e B 2º piso frações D e E.	31
Tabela 9 - Dimensionamento água quente 1º piso fração C e B 2º piso frações D e E	31
Tabela 10 - Dimensionamento água fria 1º piso fração CC e BB 2º piso frações DD e EE.	31
Tabela 11 - Dimensionamento água quente 1º piso fração CC e BB 2º piso frações DD e EE.	32
Tabela 12 - Dimensionamento água fria do r/chão, fração A.	32
Tabela 13 - Dimensionamento água fria do r/chão, fração A.	32
Tabela 14- Dimensionamento da coluna montante.....	33
Tabela 15- Diâmetros utilizados.	35
Tabela 16 - Caudais dos dispositivos.....	36
Tabela 17 - Diâmetros obtidos para ramais individuais.....	36
Tabela 18 - Cálculo dos tubos de queda.	37
Tabela 19 Dimensionamento das caldeiras.....	41
Tabela 20 - Dimensionamento dos tubos de queda.	42
Tabela 21 - Dimensionamento dos Coletores.	42
Tabela 22 - Armadura da caixa de escadas da obra N°7.....	46
Tabela 23 - Vantagens e desvantagens da avaliação económica do CCV (adaptado de Schade, J., 2007)	67
Tabela 24 - Etapas na metodologia do CCV, (adaptado de Langdon D, 2007)	68
Tabela 25 - Consumo de água durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.....	85

Tabela 26 - Contagens do número de pessoas nos gabinetes, salas de estudo, oficinas e laboratórios	86
Tabela 27 - Número de pessoas em aulas durante a semana de estudo.	86
Tabela 28 - Consumo de água por pessoa, DECivil.	86
Tabela 29 - Consumo de eletricidade durante o período de aulas.	87
Tabela 30 - Consumo de eletricidade por pessoa, DECivil.	87
Tabela 31 - Consumo de água durante o período aulas nos dias de semana de 15 de maio.	92
Tabela 32 - Contagens do número de pessoas nos gabinetes, salas de estudo, oficinas e laboratórios	92
Tabela 33 - Consumo de água por pessoa, CICFANO.	93
Tabela 34 - Consumo de eletricidade durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.....	93
Tabela 35 - Consumo de eletricidade por pessoa, CICFANO.	94
Tabela 36 - Consumo de água durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.....	98
Tabela 37 - Número de pessoas no edifício durante a semana de estudo.	99
Tabela 38 - Consumo de água por pessoa, ESSUA.	99
Tabela 39 - Consumo de eletricidade durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.....	100
Tabela 40 - Consumo de eletricidade por pessoa, ESSUA.....	100
Tabela 41 - Consumo de água na semana 15 de maio, durante o período de aulas.	104
Tabela 42 - Número de pessoas no edifício durante a semana de estudo.	105
Tabela 43 - Consumo de água por pessoa, ECOCRR.....	106
Tabela 44 - Consumo de eletricidade na semana de 15 de maio durante, o período de aulas.	106
Tabela 45 -	106

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1 Introdução

O presente documento encontra-se dividido em duas partes, Parte 1: relatório de estágio e Parte 2: componente inovadora sobre análise do peso da água e da energia nos custos do ciclo de vida de edifícios universitários.

1.1 Enquadramento

O presente documento consiste na elaboração de um relatório de estágio e de uma parte inovadora, executado no âmbito do percurso académico do aluno Pedro José Santos Costa no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil na Universidade de Aveiro entre agosto de 2016 e Abril de 2017.

O estágio permitiu o acompanhamento e elaboração de projetos de engenharia da empresa "1+1 Arquitectos, Lda".

A estrutura deste relatório baseia-se na unidade curricular de Estágio, que está dividido em duas partes PARTE 1 e PARTE 2 que serão apresentadas nos seguintes parágrafos.

A primeira parte corresponde ao estudo, dimensionamento e de todo o trabalho desenvolvido no gabinete de projetos, na elaboração de projetos de redes de abastecimento de água, redes de drenagem de águas residuais, redes de drenagem de águas pluviais, redes de gás e na elaboração de projetos de estabilidade.

A segunda parte corresponde à análise do peso da água e da energia nos custos do ciclo de vida de edifícios universitários.

1.2 Objetivos

O presente trabalho na primeira parte, que diz respeito ao estágio tem como objetivo o desenvolvimento de Projetos de Abastecimento de Água, Drenagem de Águas Residuais e de Drenagem de Águas Pluviais e Projetos de Estabilidade.

Assim, através do estágio pretende-se a obtenção de competências profissionais, nomeadamente com *softwares* de cálculo automático, procedimentos de dimensionamento e de desenho assistido por computador, consolidando deste modo todos os conhecimentos adquiridos durante o percurso académico. Tem ainda como objetivo a obtenção de competências sociais e de comunicação, através da inserção em ambiente profissional.

Ainda dentro deste contexto pretende-se ganhar competências e metodologias de abordagem para lidar com clientes e profissionais da área.

Relativamente à parte inovadora a análise dos custos do ciclo de vida de edifícios poderá contribuir para a minimização da utilização de recursos em edifícios com funções semelhantes. Assim procura-se desenvolver uma metodologia para determinação dos custos do ciclo de vida de edifícios universitários, com preponderância na componente hídrica, tendo como casos de estudo edifícios do Campus Universitário de Santiago da Universidade de Aveiro (UA) com características distintas

1.3 Empresa de acolhimento

Fundada em 1997 a empresa “Sousa & Lopes – Gabinete de Arquitetura e Urbanismo, Lda.” Inicialmente com a designação comercial “1+1 Arquitetura e Design”. Devido à dimensão adquirida pela empresa, existiu a necessidade de encarar o mercado com uma perspetiva de otimismo e com uma oferta integrada de serviços capaz de competir com as demais empresas do sector de atividade, foi com esse sentido que em 2002 a empresa avançou com um plano de reestruturação e modernização, com a abertura de novas competências e serviços. Desde 2007 a empresa alterou a sua designação comercial para “1+1 Arquitectos” estando presente na atividade de arquitetura, engenharia e design. A 1+1 Arquitectos é uma empresa inovadora que procura estar sempre um passo à frente do mercado.

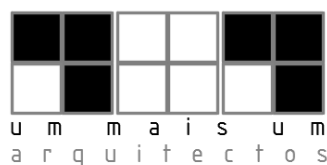


Figura 1- Logotipo da empresa acolhedora

1.4 Descrição do trabalho realizado

Na seguinte Tabela 1 é descrito todo o trabalho realizado durante o período de estágio na empresa de acolhimento. Por uma questão de organização no que diz respeito a elaboração do relatório de estágio, apenas serão analisadas algumas obras em detalhado e os casos específicos que necessitem de um tipo de explicação diferente, abordando de um modo os diferentes projetos realizados na *1+1 Arquitectos*.

Tabela 1 - Resumo dos projetos realizados

Nº	Obra	Município	Trabalho realizado
1	Hab. Multifamiliar + comercio	Aveiro	Projeto de ABA
2	Hab. Multifamiliar	Espinho	Projeto de ABA
3	Hab. Multifamiliar	Gaia	Projeto de ABA, DAP, DAR
4	Morada Unifamiliar	Maia	Projeto de ABA
5	Hab. Multifamiliar e Comércio/ Serviços	Espinho	Projeto de DAR
6	Habitação unifamiliar	Gaia	Projeto de DAP
7	Construção de Armazém	Santa Maria da Feira	Participei na estrutura
8	Habitação multifamiliar	Espinho	Projeto de ABA, Dimensionamento escadas, Dimensionamento das lajes
9	Hab. Multifamiliar e Comércio/ Serviços	Espinho	Participei nas medições
10	comércio / serviços e muros	Santa Maria da Feira	Projeto de ABA, DAR
11	Habitação multifamiliar	Espinho	Projeto de ABA,DAP,DAR
12	Habitação multifamiliar	Espinho	Projeto de ABA, DAP, DAR
13	Hab.Unifamiliar Comércio/ Serviços	Espinho	Projeto de ABA
14	Hab.Unifamiliar Comércio/ Serviços	Espinho	Projeto de ABA
15	Hab.Unifamiliar Comércio/ Serviços	Espinho	Projeto de ACU
16	Hab.Unifamiliar Comércio/ Serviços	Espinho	Projeto de ABA, DAP, DAR

Legenda: ABA- rede de abastecimento de água; DAP- rede de drenagem de águas pluviais;
DAR- rede de drenagem de águas residuais; ACU- projeto de acústica.

PARTE 1

Relatório de Estágio

Capítulo 2

PROJETO EM ENGENHARIA CIVIL

2 O projeto em Engenharia Civil

O projeto de um edifício exige uma equipa de projetistas com conhecimentos em diversas áreas, de modo a que cada um possa contribuir com o seu conhecimento e experiência para o projeto. O processo de projeto de um edifício produz informações de projeto que naturalmente crescem em quantidade e qualidade à medida que o projeto vai evoluindo. Os dados são delineados no início do projeto podendo ser modificados e ou melhorados à medida que o projeto se desenvolve. As características que são relevantes de problemas relativos ao projeto, manifestam-se à medida que o projeto vai desenvolvendo e dependem das decisões tomadas (Eastman, M., Fereshetian, N., 1994).

Um bom projeto de engenharia é composto por uma análise e por uma síntese. Por norma quando se intervém num projeto complexo, tenta-se resolver esse projeto através de uma decomposição do projeto em partes. Deve-se ser capaz de calcular o comportamento esperado para a peça que se está a analisar. A síntese envolve a identificação dos elementos constituintes do projeto (Dieter, G., Schmidt, L., 2013).

Assim, designa-se como projeto, um conjunto de peças escritas e peças desenhadas destinadas a constituir uma descrição detalhada de uma obra a executar (Reis, A., Farinha, M., Farinha, J., 2012).

2.1 Regulamentação

2.1.1 Regulamentação Portuguesa

O regulamento que foi adotado formalmente em Portugal no que diz respeito a sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de água residuais, o RGSPDADAR (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais), que se encontra publicado no Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de agosto, que aprova o RGSPDADAR, no Decreto de Lei nº 207/94 de 6 de agosto, aprova o regime de conceção, instalação e exploração dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais.

Os projetos em engenharia civil são projetados de forma a serem capazes de sobreviver às ações mais desfavoráveis durante o seu tempo de vida útil (Silva, M., Candeias, P., Coelho, E., LNEC, 2012).

Na Tabela 2 é apresentada a regulamentação portuguesa ao longo dos anos, no que diz respeito aos regulamentos de segurança e dimensionamento de estruturas de engenharia civil.

Tabela 2- Regulamentos Nacionais de Segurança e Dimensionamento de Estruturas de Engenharia Silva, M., Candeias, P., Coelho, E., LNEC, 2012).

Data	Regulamento	Decreto
1897	Regulamento para projetos, provas e vigilância das pontes metálicas	...
1903	Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU)	...
1918	Regulamento para o emprego de beton armado	Decreto nº 4036 de 28 de Março
1929	Regulamento de Pontes Metálicas (RPM)	Decreto nº 16781 de 10 de Abril
1935	Regulamento do Betão Armado (RBA)	Decreto nº 25948 de 16 de Outubro
1951	Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)	Decreto nº 38382 de 7 de Agosto
1958	Regulamento de Segurança das Construções contra os Sismos (RSCCS)	Decreto nº 41658 de 31 de Maio
1961	Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes (RSEP)	Decreto nº 44041 de 18 de Novembro
1965	Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)	Decreto nº 46160 de 19 de Janeiro
1967	Regulamento de Estruturas de Betão Armado (REBA)	Decreto nº 47723 de 20 de Maio
1983	Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA)	Decreto-Lei nº 235/83 de 31 de Maio
1983	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP)	Decreto-Lei nº 349-C/83 de 30 de Julho
1986	Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)	Decreto-Lei nº 21/86 de 31 de Julho

2.1.2 Eurocódigos

Os Eurocódigos, ou normas europeias, referem-se a normas vigentes em toda a União Europeia

No que diz respeito ao dimensionamento de redes prediais de distribuição de água e de redes prediais de drenagem de águas residuais e de águas pluviais, existem normas europeias específicas, como enumerado na Tabela 3.

Embora estas normas estejam em vigor desde 2000, ainda não têm enquadramento regulamentar em Portugal, pelo que no presente relatório se optou pela consideração do RGSPDADAR.

Do ponto de vista estrutural, os Eurocódigos reúnem regras comuns de cálculo estrutural para uma aplicação corrente no projeto de estruturas e dos seus componentes. No caso de existirem elementos construtivos ou condições de cálculo não usuais, os projetistas devem neste caso assegurar o apoio necessário para a elaboração destes elementos. Os Eurocódigos reconhecem a responsabilidade das autoridades regulamentadoras de cada Estado-Membro, salvaguardando o direito de estabelecer valores que estão relacionados com questões da regulamentação da segurança a nível nacional. No caso em que os Eurocódigos variem constantemente de Estado para Estado, os Eurocódigos servem como documento de referência para comprovar a conformidade dos edifícios e de outras obras de engenharia civil com as exigências da Diretiva 89/106/CEE, para a especificação de contratos de trabalhos de construção e de serviços de engenharia e para a elaboração de especificações técnicas harmonizadas para os produtos de construção (Cachim, P., Morais, M., 2013).

Na seguinte Tabela 3 apresentam-se as normas europeias relativas a hidráulica predial e enumeram-se todas as partes dos eurocódigos estruturais.

Tabela 3- Normas Europeias de Hidráulica Predial e Eurocódigos Estruturais

EN 806-3 (2006)	Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption Part 3: Pipe sizing – Simplified method
EN 12056- 2 e EN 12056-2 (2000)	Gravity drainage systems inside buildings; Part 2: Sanitary pipework, layout and calculation; Part 3: Roof drainage, layout and calculation
EN 1990	Eurocódigo 0
	Base para o projeto de estruturas

EN 1991	Eurocódigo 1	Ação em estruturas
EN 1992	Eurocódigo 2	Projeto de estruturas de betão
EN 1993	Eurocódigo 3	Projeto de estruturas de aço
EN 1994	Eurocódigo 4	Projeto de estruturas mistas aço-betão
EN 1995	Eurocódigo 5	Projeto de estruturas de madeira
EN 1996	Eurocódigo 6	Projeto de estruturas de alvenaria
EN 1997	Eurocódigo 7	Projeto geotécnico
EN 1998	Eurocódigo 8	Projeto de estruturas para resistência aos sismos
EN 1999	Eurocódigo 9	Projeto de estruturas de alumínio

Os Eurocódigos são implementados em cada país através de normas nacionais que contêm o texto completo do Eurocódigo (incluindo anexos) seguidos de um anexo nacional caso assim necessite. O anexo nacional só pode conter informações sobre parâmetros que são deixados abertos no Eurocódigo para escolha nacional, sendo estes designados por parâmetros determinados a nível nacional (Cachim, P., Morais, M., 2013).

2.2 Metodologia

Apresenta-se em seguida os regulamentos utilizados para o dimensionamento das obras realizadas durante o estágio, nomeadamente sobre os projetos de especialidades e de estabilidade.

2.2.1 Redes prediais de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e drenagem de águas pluviais

Para o dimensionamento das redes prediais de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais e de drenagem de águas pluviais, o regulamento utilizado foi o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

2.2.2 Dimensionamento dos projetos de estabilidade

Para o dimensionamento dos projetos de estabilidades elaborados durante o período de estágio, foram o Eurocódigo 1 e o Eurocódigo 2.

Capítulo 3

CASOS DE ESTUDO

3 Casos de estudo

Neste capítulo serão apresentadas todas as obras realizadas durante o estágio curricular na empresa *I+I Arquitectos*. Será feita uma descrição detalhada da obra Nº1, e apresentadas todas as peculiaridades dos outros projetos.

3.1 Metodologia

A primeira tarefa a ser executada em qualquer projeto de engenharia terá de passar por uma análise cuidada e exaustiva do projeto de arquitetura. Após a interpretação destes projetos é feito uma remoção de tudo o que é dispensável da representação necessária para a realização de Projetos de especialidades e de estabilidade. Inicialmente fez-se o dimensionamento com apoio a folhas de Excel, sendo estes valores comparados através de programas de calculo automático, chegou-se a conclusão que os resultados eram idênticos.

Para o dimensionamento das redes de abastecimento de água, das redes de drenagem de águas residuais e pluviais, recorreu-se a folhas de calculo e ao programa de cálculo automático *Cype*. Para o dimensionamento das estruturas recorreu-se ao uso do programa de cálculo automático *Cype*. Obtendo assim a Tabela 4.

Tabela 4 - Metodologia adotada para o cálculo

Dimensionamento de Redes em:	Cálculo automático Cype	Cálculo com apoio a folhas de cálculo (Excel)
Edifícios Multifamiliares	X	X
Edifícios Bifamiliares	X	X
Moradias Unifamiliares	X	X
Projetos com grande complexidade, rede extensa	X	X
Dimensionamento de projetos de estabilidade	X	

Em seguida apresenta-se uma breve descrição dos módulos utilizados no programa de cálculo automático *Cype*.

Dimensionamento através de software *CYPE*

Para se realizar esta parte do presente trabalho foi necessário recorrer a um *software* de cálculo automático. Nomeadamente os módulos *Redes de água, residuais e pluviais*

clássico e o CypeCad. Para a utilização destes módulos foi necessário ter presentes todos os conceitos teóricos adquiridos ao longo do percurso académico.

Redes de água, residuais e pluviais clássico

Para o dimensionamento de redes de água, residuais e pluviais, foi usada a componente do Cype denominada por *Redes de águas, residuais e pluviais clássico*. Com este programa é possível criar os diferentes tipos de redes num único ficheiro. O programa realiza o cálculo e dimensionamento, com base nos requisitos predefinidos. O programa gera ainda peças escritas e peças desenhadas.

Dimensionamento de estruturas

Para o dimensionamento de estruturas, recorreu-se ao módulo *CypeCad*. Este módulo foi concebido para a elaboração de projetos de edifícios de betão armado e mistos. O programa permite a geração automática da discretização da estrutura, das ações verticais e horizontais e a obtenção de peças escritas e desenhadas.

3.2 Breve descrição dos projetos

Neste subcapítulo é descrito em pormenor um projeto de cada especialidade, nomeadamente, um projeto de abastecimento de água, um projeto de drenagem de águas residuais, um projeto de drenagem de águas pluviais e um projeto de estabilidade (dimensionamento de caixa de escadas e das lajes).

3.2.1 Obra N°1

A obra localiza-se em Aveiro, na Rua S. Sebastião, O prédio desenvolve-se em rés-do-chão destinado a comércio e mais 3 pisos destinados a habitações totalizando 10 frações. Na Figura 2 é visível o alçado do edifício dimensionado. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento das redes de abastecimento de água.



Figura 2 - Alçado principal da obra N°1 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.2 Obra N°2

A obra localiza-se em Espinho, na Rua 22. O prédio desenvolve-se em cave destinado a garagem, mais 4 pisos destinados a habitações totalizando 16 frações e a cobertura. Na Figura 3 é visível o alçado principal do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento água.

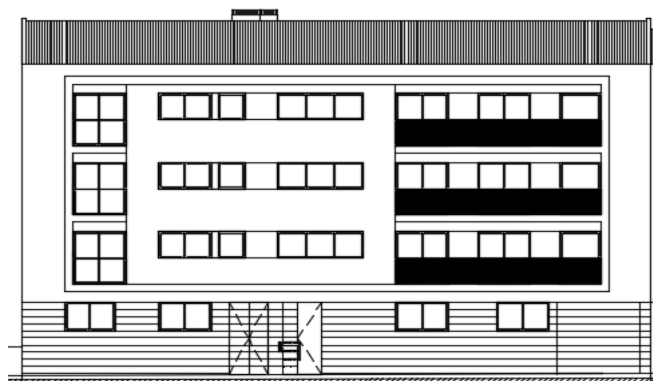


Figura 3 - Alçado principal da obra N°2 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.3 Obra N°3

A obra localiza-se em V.N. Gaia, na Travessa do Juncal, S. Félix da Marinha. O prédio desenvolve-se em cave destinado a garagem, mais 4 pisos destinados a habitações totalizando 16 frações. Na Figura 4 é visível o alçado principal do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento das redes de abastecimento água, de drenagem de águas residuais e pluviais.



Figura 4 - Alçado principal da obra N°3 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.4 Obra N°4

A obra localiza-se na Maia, na Rua Manuel Francisco Araújo. Trata-se de uma habitação unifamiliar. Na Figura 5 é visível o alçado principal do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água.

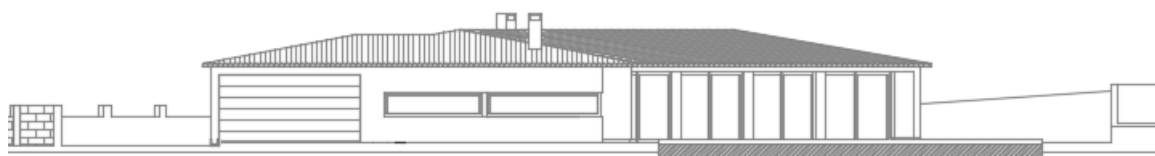


Figura 5 - Alçado da obra N°4 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.5 Obra N°5

A obra localiza-se em Espinho, na Rua 18. Trata-se de uma habitação multifamiliar com comércio/serviços. O prédio é constituído por cave, destinada a garagem, piso rés-do-chão destinado a comércio/serviços e 3 pisos para habitação duplex, totalizando 2 frações. A cobertura é inclinada. Na Figura 6 é visível o alçado principal do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais.



Figura 6 - Alçado principal da obra N°5 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.6 Obra N°6

A obra localiza-se em Vila Nova de Gaia, na Rua Granja de Cima. Trata-se de uma habitação unifamiliar. Na Figura 7 é visível uma imagem do futuro edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de drenagem de águas pluviais.



Figura 7 - Obra N°6 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.7 Obra N°7

A obra localiza-se em Espinho, na Avenida 8 e Rua 8. Trata-se de uma habitação multifamiliar. O prédio desenvolve-se em cave destinado a garagem, mais 3 pisos

destinados a habitações totalizando 7 frações e a cobertura. Na Figura 13 é visível o alçado principal do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água, dimensionamento da caixa de escadas e o dimensionamento das lajes do edifício.

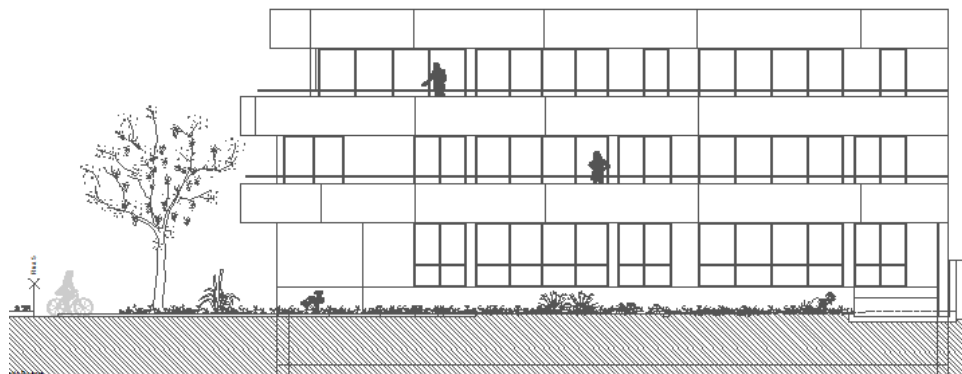


Figura 8 - Alçado Poente da obra N°7 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.8 Obra N°8

A obra localiza-se em Santa Maria da Feira, na Rua 1º de Maio. Trata-se de um edifício de comércio. Na Figura 9 é visível a perspetiva do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água e o dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais.

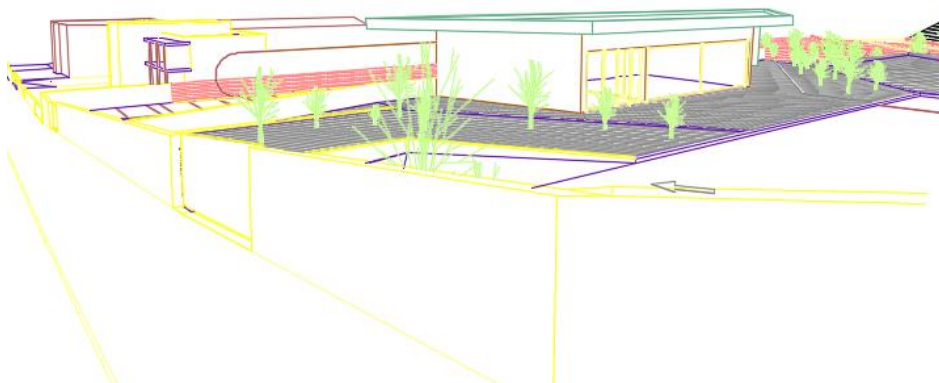


Figura 9 - Perspetiva da obra N°8 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.9 Obra N°9

A obra localiza-se em Espinho, na Rua 18. Trata-se de uma habitação multifamiliar. O prédio desenvolve-se em cave destinado a garagem, mais 4 pisos destinados a habitações totalizando 13 frações e a cobertura. Na Figura 10 é visível o a perspetiva 3D do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais e pluviais.

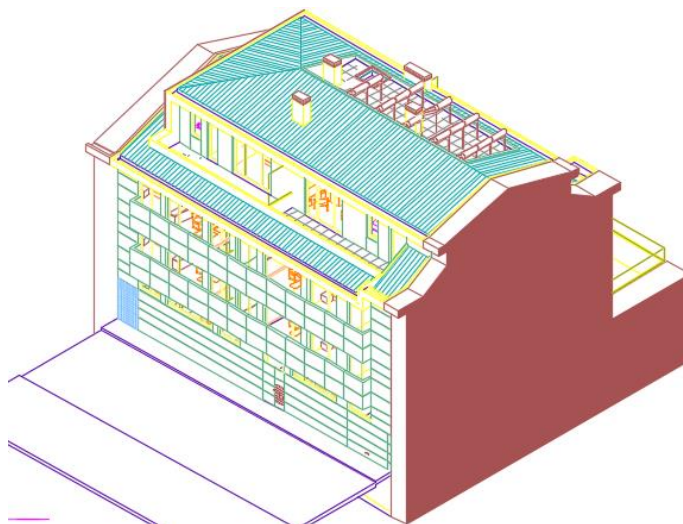


Figura 10 - Perspetiva 3D da obra N°9 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.10 Obra N°10

A obra localiza-se em Espinho, na Rua 14. Trata-se de uma habitação multifamiliar. O prédio desenvolve-se em cave destinado a garagem, mais 4 pisos destinados a habitações (rés-do-chão mais 3 andares) totalizando 4 frações, com uma cobertura plana. Na Figura 16 é visível o alçado nascente do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais e pluviais.

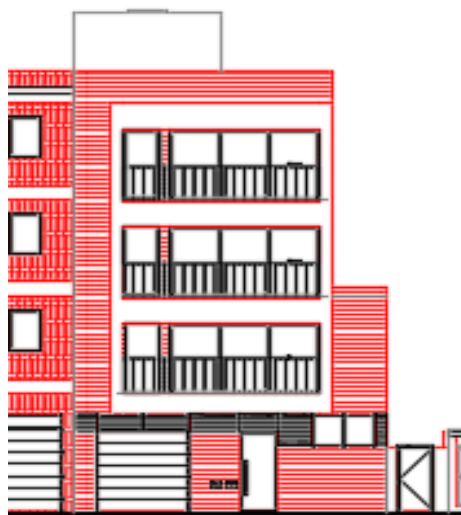


Figura 11 - Alçado Nascente da Obra Nº10 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.11 Obra Nº11

A obra localiza-se em Espinho, na Rua 2. Trata-se de uma habitação unifamiliar, o rés-do-chão é destinado a um estabelecimento comercial, sendo os pisos superiores destinados a uma habitação. Na Figura 12 é visível o alçado poente do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água.

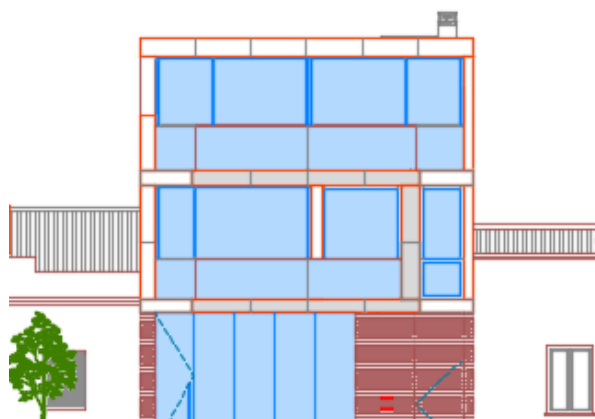


Figura 12 - Alçado Poente da obra Nº11 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.12 Obra Nº12

A obra localiza-se em Espinho, na Rua 2. Trata-se de uma habitação unifamiliar, o rés-do-chão é destinado a dois estabelecimentos comerciais, sendo os pisos superiores destinados a uma habitação. Na Figura 13 é visível o alçado poente do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água.



Figura 13 - Alçado Poente da obra Nº12 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.2.13 Obra Nº13

A obra localiza-se em Espinho, no gaveto da Rua 23 e Rua 6. Trata-se de uma habitação multifamiliar e comércio. O edifício em estudo é constituído por um piso enterrado (cave) destinados a estacionamento automóvel. O piso de rés-do-chão é constituído por duas frações destinadas a comércio e os 4 pisos acima deste destinados a Habitação Multifamiliar.

Na Figura 14 é visível o alçado sul do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais e drenagem de águas pluviais.



Figura 14 - Alçado Sul da Obra Nº13 (1+1 Arquitectos, 2017)

3.3 Descrição Detalhada de Projetos

3.3.1 Obra Nº1

A proposta contemplava a alteração e ampliação de um imóvel localizado na Rua S. Sebastião. A edificação existente era constituída por três pisos destinados a habitação, rés-do-chão e 2 andares, um piso de sótão e uma cobertura inclinada. A alteração e ampliação da edificação prevê a construção de uma caixa de elevadores em betão armado, e é previsto utilizar o ultimo piso de sótão como habitação. Para tal, será necessário demolir a cobertura existente e aumentar o pé direito. Na Figura 15 é possível visualizar a obra Nº1 a decorrer.



Figura 15 - Foto da obra Nº1 em execução.

3.3.2 Memória Descritiva e Justificativa

3.3.2.1 Projeto de rede de águas prediais

a) Cálculo da rede

O cálculo hidráulico da rede foi efetuado de acordo com a regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto.

Para o dimensionamento da rede de abastecimento desta obra, utilizou-se folhas de cálculo, nomeadamente folhas de Excel disponibilizadas pela empresa acolhedora. No dimensionamento, teve-se em consideração todos os limites impostos para a velocidade de escoamento e pressões na rede, indicados no Capítulo 3 deste documento.

Na Figura 16 e na Tabela 5 apresenta-se considerações adotadas para o cálculo da rede.

Tipo de conforto	X	Médio		ELEVADO
Tipo de canalização	X	Tubos em PP-R PN20 (Kmat. = 0.00020)	0.00020	
Pressão dinâmica garantida na rede pública	?	m.c.a.		
Pressão min. de débito (ap. + desfavorável)	15.00	m.c.a.	Vel. min.:	0.50 m/s
Coefficiente de perda de carga	1.20		Vel. Máx.:	2.00 m/s
Viscosidade de Água Fria	1,01x10 ⁻⁶	m ² /s	Vel. Optima:	1.50 m/s
Viscosidade de Água Quente	0,478x10 ⁻⁶	m ² /s	Perda de t. A.Q	5.00 °C

Figura 16 - Considerações para o dimensionamento da rede de abastecimento de água.

Relativamente às perdas de cargas localizadas, foi considerado as seguintes perdas de cargas, como é indicado na Tabela 5.

Tabela 5- Perdas de cargas localizadas.

Perdas de carga localizadas		Quant.	mca
	Cilindro	1 un	2.50
	Filtro:	1 un	1.00
	Válv. de segurança:	1 un	1.50
	Válvula de retenção:	1 un	0.50
	Contador:	1 un	2.50

Apresenta-se a seguir a Tabela 6 com os valores de cálculo do dimensionamento da rede de água fria e a Tabela 7 com o dimensionamento da rede de água quente do 3º Piso, sendo este piso constituído por 2 frações ambas simétricas.

Tabela 6 - Dimensionamento água fria 3º piso fração Q e P

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA FRIA											3.º Piso - Q=P	
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES	
	Qa	Qc	Øcal	Øcom		Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)
TROÇO PRINCIPAL TP > contador												
X4	X2	0.45	0.36	13	25	0.74		6.1	6.1	0.014	0.104	16.67
X3	X2	1.45	0.66	18	32	0.82		4.3	4.3	0.013	0.065	16.78
X2	Ct	1.90	0.76	19	32	0.95	0.6	4.3	4.9	0.016	0.695	16.84
Ramal 1 Cozinha > X3												
Mr	ML	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	2.0	2.5	0.020	0.559	15.56
ML	Pia	0.40	0.34	13	20	1.09	0.5	1.0	1.5	0.037	0.566	16.13
Pia	TE	0.60	0.42	14	25	0.86	0.5	1.7	2.2	0.018	0.549	16.13
TE	X3	1.25	0.61	17	32	0.76	1.0	3.0	4.0	0.011	1.053	16.67
Ramal 2 Banho 1 > X3												
Lv	Br	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	2.5	3.0	0.031	0.610	15.00
Br	X3	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	0.8	1.3	0.020	0.531	15.61
Ramal 3 Banho 2 > X4												
Br	Bd	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	1.2	1.7	0.031	0.563	15.00
Bd	Lv	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	1.6	2.1	0.020	0.549	15.56
Lv	Ch	0.30	0.29	12	20	0.94	0.5	0.8	1.3	0.029	0.546	16.11
Ch	X4	0.45	0.36	13	25	0.74	1.0	3.2	4.2	0.014	1.072	16.66

Tabela 7 - Dimensionamento água quente 3º piso fração Q e P.

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA QUENTE											3.º Piso - Q=P	
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES	
	Qa	Qc	Øcal	Øcom		Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)
Ramal 1 Banho 2 > X4												
Bd	Lv	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	1.4	1.9	0.031	0.571	15.00
Lv	Ch	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	0.8	1.3	0.020	0.532	15.57
Ch	X4	0.35	0.32	12	20	1.02	1.0	3.2	4.2	0.033	1.165	16.10
Ramal 2 Cozinha > X3												
Pia	TE	0.20	0.24	11	20	0.76	1.5	1.7	3.2	0.020	1.576	15.00
TE	X3	0.85	0.50	15	25	1.02	-1.0	3.0	4.0	0.025	-0.880	16.58
Ramal 3 Banho 1 > X3												
Lv	X3	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	2.5	3.0	0.031	0.610	15.00

Apresenta-se a seguir a Tabela 8 e 10 com os valores de cálculo do dimensionamento da rede de água fria e a Tabela 9 e 11 com o dimensionamento da rede de água quente, do 1º Piso e do 2º piso. O 1º piso e o 2º piso são exatamente iguais dentro das frações e as frações de do 1º piso e do 2º piso são simétricas. Cada um destes pisos é constituído por 4 frações.

Tabela 8 - Dimensionamento água fria 1º piso fração C e B 2º piso frações D e E.

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA FRIA											2ºPiso-D=E e 1º Piso C=B	
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES	
	Qa	Qc	Øcal	Øcom	V	Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)
TROÇO PRINCIPA TP > contador												
X3	X2	0.80	0.49	15	25	0.99	2.7	2.7	0.024	0.077	17.20	17.28
X2	Ct	2.05	0.79	19	32	0.98	0.6	5.2	5.8	0.017	0.719	17.28
Ramal 1 Cozinha > X2												
Mr	ML	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	1.2	1.7	0.020	0.541	15.00
ML	Pia	0.40	0.34	13	20	1.09	0.5	0.5	1.0	0.037	0.544	15.54
Pia	TE	0.60	0.42	14	25	0.86	0.5	2.1	2.6	0.018	0.557	16.09
TE	X2	1.25	0.61	17	32	0.76	1.0	3.0	4.0	0.011	1.053	16.64
Ramal 3 Banho 1 > X2												
Ch	Lv	0.15	0.21	10	16	1.03	1.0	0.4	1.4	0.044	1.073	15.00
Lv	Br	0.25	0.27	11	20	0.85	0.5	1.8	2.3	0.024	0.568	16.07
Br	Bd	0.35	0.32	12	20	1.02	0.5	1.1	1.6	0.033	0.563	16.64
Bd	X2	0.45	0.36	13	25	0.74	0.5	0.8	1.3	0.014	0.523	17.20
Ramal 2 Banho 2 > X3												
Lv	Ch	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	0.8	1.3	0.031	0.548	15.00
Ch	Br	0.25	0.27	11	20	0.85	1.0	1.5	2.5	0.024	1.073	15.55
Br	X3	0.35	0.32	12	20	1.02	0.5	0.8	1.3	0.033	0.551	16.62

Tabela 9 - Dimensionamento água quente 1º piso fração C e B 2º piso frações D e E

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA QUENTE											2ºPiso-D=E e 1º Piso C=B	
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES	
	Qa	Qc	Øcal	Øcom	V	Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)
Ramal 1 Banho 2 > X4												
Lv	Ch	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	0.8	1.3	0.031	0.548	15.00
Ch	X3	0.25	0.27	11	20	0.85	1.0	1.5	2.5	0.024	1.073	15.55
Ramal 2 Cozinha > X2												
Pia	TE	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	2.1	2.6	0.020	0.562	15.00
TE	X2	0.85	0.50	15	25	1.02	-1.0	3.0	4.0	0.025	-0.879	15.56
Ramal 3 Banho 1 > X2												
Ch	Lv	0.15	0.21	10	16	1.03	1.0	0.4	1.4	0.044	1.073	15.00
Lv	Bd	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	2.9	3.4	0.020	0.581	16.07
Bd	X2	0.30	0.29	12	20	0.94	0.5	0.8	1.3	0.029	0.545	16.65

Tabela 10 - Dimensionamento água fria 1º piso fração CC e BB 2º piso frações DD e EE.

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA FRIA											2 e 1.º Andar - CC=BB	
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES	
	Qa	Qc	Øcal	Øcom	V	Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)
TROÇO PRINCIPA TP > contador												
X2	X3	1.70	0.72	18	32	0.89	3.0	3.0	0.015	0.052	17.28	17.33
X2	Ct	2.05	0.79	19	32	0.98	0.6	3.6	4.2	0.017	0.687	17.33
Ramal 1 Cozinha > X3												
Pia	ML	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	0.7	1.2	0.020	0.529	15.00
ML	TE	0.40	0.34	13	20	1.09	0.5	2.1	2.6	0.037	0.615	15.53
TE	Mr	1.05	0.56	16	25	1.14	0.5	1.0	1.5	0.030	0.555	16.14
Mr	X3	1.25	0.61	17	32	0.76	2.1	2.1	0.011	0.028	16.70	16.73
Ramal 3 Banho 2 > X3												
Ch	Lv	0.15	0.21	10	16	1.03	1.0	0.9	1.9	0.044	1.099	15.00
Lv	Br	0.25	0.27	11	20	0.85	0.5	1.6	2.1	0.024	0.561	16.10
Br	Bd	0.35	0.32	12	20	1.02	0.5	1.1	1.6	0.033	0.563	16.66
Bd	X3	0.45	0.36	13	25	0.74	0.5	5.4	5.9	0.014	0.601	17.22
Ramal 2 Banho 1 > X2												
Br	Ch	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	1.1	1.6	0.031	0.559	15.00
Ch	Lv	0.25	0.27	11	20	0.85	1.0	1.9	2.9	0.024	1.084	15.56
Lv	X2	0.35	0.32	12	20	1.02	0.5	0.9	1.4	0.033	0.555	16.64

Tabela 11 - Dimensionamento água quente 1º piso fração CC e BB 2º piso frações DD e EE.

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA QUENTE											2 e 1.º Andar - CC=BB		
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES		
	Qa	Qc	Øcal	Øcom	V	Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm	
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)	
Ramal 1	Banho 1 > X2											16.15	
Ch	Lv	0.15	0.21	10	16	1.03	1.0	1.9	2.9	0.044	1.154	15.00	16.69
Lv	X2	0.25	0.27	11	20	0.85	0.5	0.9	1.4	0.024	0.541	16.15	
Ramal 2	Cozinha > X4											15.58	
Pia	TE	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	2.7	3.2	0.020	0.575	15.00	14.64
TE	X4	0.85	0.50	15	25	1.02	-1.0	1.2	2.2	0.025	-0.933	15.58	14.64
Ramal 3	Banho2 > X3											16.10	
Ch	Lv	0.15	0.21	10	16	1.03	1.0	0.8	1.8	0.044	1.095	15.00	16.64
Lv	Bd	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	1.4	1.9	0.020	0.545	16.10	17.28
Bd	X4	0.30	0.29	12	20	0.94	0.5	3.6	4.1	0.029	0.640	16.64	17.32
X4	X3	0.30	0.29	12	20	0.94		1.3	1.3	0.029	0.043	17.28	17.32

Na Tabela 12 e 13 é apresentado os valores de cálculo do dimensionamento da rede de água fria, correspondentes ao rés-do-chão A e AA respetivamente, uma vez que se tratam de lojas apenas foi considerado água fria nestas instalações.

Tabela 12 - Dimensionamento água fria do r/chão, fração A.

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA FRIA												R/chão-A	
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES		
	Qa	Qc	Øcal	Øcom	V	Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm	
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)	
TROÇO PRINCIPA TP > contador													
X2	Ct	0.20	0.24	11	20	0.76	0.6	5.2	5.8	0.020	0.738	15.56	16.30
Ramal	2	Banho 1 > X2											
Lv	Br	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	1.2	1.7	0.031	0.563	15.00	15.56
Br	X2	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	11.0	11.5	0.020	0.773	15.56	16.34

Tabela 13 - Dimensionamento água fria do r/chão, fração A.

CÁLCULO HIDRAULICO - ÁGUA FRIA											R/chão-AA		
Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL.	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES		
	Qa	Qc	Øcal	Øcom	V	Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm	
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)	
TROÇO PRINCIPA TP > contador													
X2	Ct	0.20	0.24	11	20	0.76	0.6	0.8	1.4	0.020	0.633	16.08	16.71
Ramal	2	Banho1 > X2											
Lv	Lv	0.10	0.17	9	16	0.83	0.5	0.6	1.1	0.031	0.540	15.00	15.54
Lv	Br	0.20	0.24	11	20	0.76	0.5	1.0	1.5	0.020	0.536	15.54	16.08
Br	X2	0.30	0.29	12	20	0.94	0.5	7.3	7.8	0.029	0.767	16.08	16.84

Depois do dimensionamento de cada fração estar concluído efetuou-se o dimensionamento da coluna montante, neste caso a coluna montante é constituída por troço vertical que deriva para cada piso, uma vez que, a solução adotada para este edifício que constitui em contadores em cada piso.

Tabela 14- Dimensionamento da coluna montante

Troço	CAUDAIS		DIAMETROS		VEL. V	COMPRIMENTOS			PERDAS CARGA		PRESSÕES		
	Qa	Qc	Øcal	Øcom		Lv	Lh	Lt	j	H	Hj	Hm	
	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(mca)	(mca)	
Edifício													
Contador > Saída da rede													
Ct3	Z3	3.80	1.07	22	40	0.85	0.6	1.3	1.9	0.010	0.623	26.03	26.65
Z3	Ct2	12.00	1.98	30	50	1.01	3.6	1.6	5.2	0.010	3.664	26.65	30.32
Ct1	Z2	20.20	2.62	35	63	0.84	3.6	1.6	5.2	0.006	3.635	30.32	33.95
Z2	Ct	20.60	2.65	35	63	0.85	4.1	8.4	12.5	0.006	4.186	33.95	38.14
Ct	Rua	20.60	2.65	35	63	0.85		11.0	11.0	0.006	0.075	38.14	38.21

Após este dimensionamento, pode-se concluir que a pressão necessária para abastecimento de água é de 38.21 m.c.a.

b) Disposições construtivas

Em todas as frações de habitação, o aquecimento da água de abastecimento será conseguido por recurso a um termoacumulador.

Prevê-se que a rede pública, garante em caudal e pressão, toda a rede predial de abastecimento de água.

Observa-se ainda o seguinte: de um modo geral, as canalizações da rede de distribuição de água quente, serão colocadas a par das da rede de distribuição de água fria, a uma distância mínima de 0,05m e nunca abaixo destas, embutidas nas paredes e revestidas com tubos isolantes em poliuretano do tipo “Armaflex” ou equivalente no mínimo de 10mm de espessura, devendo ser sempre de materiais imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade. Assim, as canalizações de água quente e respetivos isolamentos deverão ser protegidos sempre que haja risco de condensação de vapor de água, de infiltrações ou de choques mecânicos.

Na entrada da tubagem em cada ambiente sanitário haverá a válvulas de seccionamento para o caso de necessidade de interrupção de água ao ambiente, não havendo deste modo a necessidade de corte geral.

c) Materiais a utilizar

A rede de abastecimento de água a instalar no interior e exterior do edifício será executada com tubos e acessórios de Polipropileno PP-R PN20.

Os acessórios serão os acessórios correntes para este tipo de materiais. As válvulas dentro das instalações sanitárias serão metálicas com proteção em PP-R, do sistema homologado a ser aplicado.

d) Peças desenhadas

Na Figura 17 está representado o traçado da rede de abastecimento de água relativamente ao primeiro piso da obra em questão. No anexo A é apresentado todas as plantas da obra Nº1.

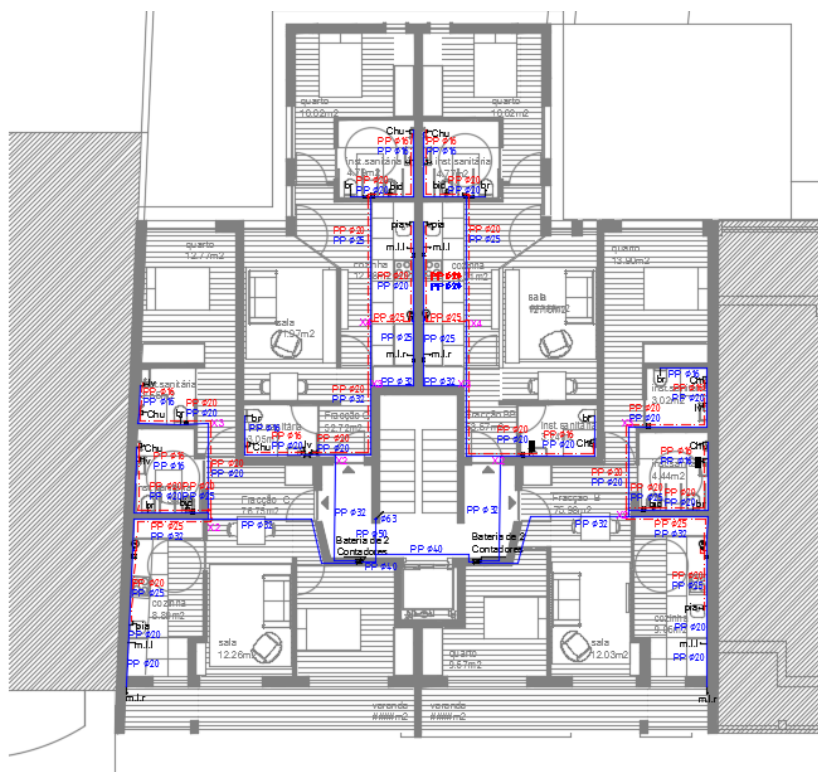


Figura 17 - Traçado da rede de abastecimento de água do primeiro piso.

3.3.3 Obra Nº5

Obra localizada em Espinho, na Rua 18. Trata-se de uma habitação multifamiliar com comércio/serviços. O prédio é constituído por cave, destinada a garagem, piso r/chão destinado a comércio / serviços e 3 pisos para habitação duplex, totalizando 2 frações. Nesta obra será apresentado o projeto de drenagem de águas residuais.



Figura 18 - Alçado principal da obra. (1+1 Arquitectos).

3.3.4 Memoria Descritiva e Justificativa

3.3.4.1 Projeto da rede de drenagem de águas residuais

a) Cálculo da rede

O cálculo hidráulico da rede foi efetuado de acordo com a regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto.

Para o dimensionamento da rede desta obra recorreu-se a um programa de cálculo automático CYPE, denominado por redes de águas, residuais e pluviais clássico.

Para o dimensionamento desta rede considerou-se a tubagem em PVC (policloreto de vinilo), em que os diâmetros são:

Tabela 15- Diâmetros utilizados.

Referências	Diâmetro interno (mm)
Ø32	27.6
Ø40	35.6
Ø50	45.6
Ø75	70.0
Ø90	85.8
Ø110	104.6
Ø125	119.0

Ø140	133.4
Ø160	152.6
Ø200	190.0
Ø250	238.2
Ø315	302.6

Na Tabela 16 é apresentado as descargas por dispositivos considerados neste cálculo.

Tabela 16 - Caudais dos dispositivos

Referências	Abreviatura	Caudal (l/min)
Bacia de retrete	Br	90.00 (Negras)
Banheira	Ba	60.00 (Brancas)
Bidé	Bd	30.00 (Brancas)
Lavatório individual	Lv	30.00 (Brancas)
Máquina de lavar louça	Ml	60.00 (Brancas)
Máquina de lavar roupa	Mr	60.00 (Brancas)
Mictório suspenso	Mi	60.00 (Brancas)
Pia lava-louça	Ll	30.00 (Brancas)

Na Tabela 17 são apresentados os diâmetros dos dispositivos. Adotou-se para o dimensionamento dos ramais de descarga, a inclinação de 2%, os ramais de descarga individuais foram dimensionados secção cheia (exceto a bacia de retrete) e os ramais de descarga coletivos foram dimensionados e meia secção.

Podendo-se resumir os diâmetros obtidos na Tabela 17:

Tabela 17 - Diâmetros obtidos para ramais individuais

Aparelho	Ø (mm)
Bacia de retrete	Ø 90
Bidé / Lavatório / Chuveiro	Ø 40
Maquina lava louça /Maquina lava roupa	Ø 50
Banheira / Pia lava louça / Urinol	Ø 50
Ramal conjunto (caixa de pav. ao T.Q./caixa visita)	Ø 75

b) Tubos de Queda

Os caudais de cálculo dos tubos de queda são função dos caudais de descarga atribuídos aos aparelhos sanitários que neles descarregam e do coeficiente de simultaneidade. No dimensionamento dos tubos de queda procurou-se evitar a introdução de ventilação secundária.

A ventilação considerada é ventilação primária, obrigando assim à ventilação dos tubos de queda prolongando-os até ao exterior da cobertura, acima desta de acordo com o ponto 5 do artigo. n.º 233 do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto.

Obteve-se assim através do programa de cálculo automático os seguintes valores:

Tabela 18 - Cálculo dos tubos de queda.

Referência	Planta	Descrição	Resultados	Verificação
D1, Ventilação primária	Planta 2 - Recuado	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 107.38 l/min Diâmetro mínimo: 69.81 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 107.38 l/min Diâmetro mínimo: 69.81 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 107.38 l/min Diâmetro mínimo: 69.81 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 163.75 l/min Diâmetro mínimo: 81.78 mm	Cumprem-se todas as verificações
D2, Ventilação primária	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
D4, Ventilação primária	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
D5, Ventilação primária	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 138.09 l/min Diâmetro mínimo: 76.72 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 138.09 l/min Diâmetro mínimo: 76.72 mm	Cumprem-se todas as verificações
D7, Ventilação primária	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
D8, Ventilação primária	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
D11, Ventilação primária	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø110, 1/6	Caudal: 213.13 l/min Diâmetro mínimo: 101.17 mm	Cumprem-se todas as verificações
D9, Ventilação primária	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 60.00 l/min Diâmetro mínimo: 48.82 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 60.00 l/min Diâmetro mínimo: 48.82 mm	Cumprem-se todas as verificações
D3	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 95.29 l/min Diâmetro mínimo: 58.06 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø75, 1/4	Caudal: 107.38 l/min Diâmetro mínimo: 60.72 mm	Cumprem-se todas as verificações
D6, Ventilação primária	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações

	Rés-do-chão - Planta 1	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 147.07 l/min Diâmetro mínimo: 78.55 mm	Cumprem-se todas as verificações
--	------------------------	--------------	---	----------------------------------

c) Coletores

Os coletores prediais têm por finalidade a recolha das águas residuais provenientes dos tubos de queda ou ramais de descarga e a sua condução para o ramal de ligação. Como os coletores são suspensos, estando localizados em cave, escolheu-se uma inclinação de 1%, por questões de altura. O dimensionamento dos coletores encontra-se no anexo B.

d) Disposições construtivas

Tubos de queda:

O traçado deve ser vertical, formando preferencialmente um único alinhamento reto.

A concordância dos tubos de queda com troços de fraca pendente faz-se por curvas de transição de raio não inferior ao triplo do seu diâmetro, tomando como referência o eixo do tubo, ou por duas curvas de 45°.

Não sendo possível evitar mudanças de direção, estas devem ser efetuadas por curvas de concordância, não devendo o valor da translação exceder 10 vezes o diâmetro do tubo de queda.

Se a distância entre o coletor predial e o troço vertical do tubo de queda for superior a 10 vezes o diâmetro deste, deve garantir-se a ventilação secundária ou ser instalada uma câmara de inspeção àquela distância, ou ainda, solução equivalente que assegure a ventilação primária, tendo em vista atenuar as consequências do ressalto hidráulico.

Os tubos de queda abrem diretamente na atmosfera 0.50m acima da cobertura ou, quando esta for terraço 2.00 m acima do seu nível.

Coletores Prediais:

Os coletores prediais serão constituídos por tubagens em PVC, série B, com junta autoblocante. A sua instalação poderá ser suspensa em lajes ou enterrada em valas.

No caso em que os coletores estão suspensos, estes deverão ser fixados às lajes por abraçadeiras metálicas, de forma a permitir a livre dilatação das tubagens. Serão instaladas bocas de limpeza com afastamento máximo de 15 m, e sempre nos pontos em que afluem ao coletor, grupos de tubos de queda.

No caso em que os coletores estão enterrados, estes serão assentes em almofada de areia até ao semidiâmetro.

Será efetuada uma proteção de betão simples de pelo menos 10cm acima do extradorso da tubagem. A parte restante da vala será efetuada por produtos resultantes da escavação, sendo bem apiloada de forma a não danificar as tubagens.

Câmara de inspeção:

As câmaras de saneamento (caixas de visita e caixa intercetora) serão em blocos de betão ou em betão armado, assente em fundação de betão tendo tampas hidráulicas em ferro.

c) Peças desenhadas

Na Figura 19 está representado o traçado da rede de drenagem de águas residuais relativamente à cave da obra em questão. No anexo C são apresentadas todas as plantas, cortes e pormenores construtivos desta obra.

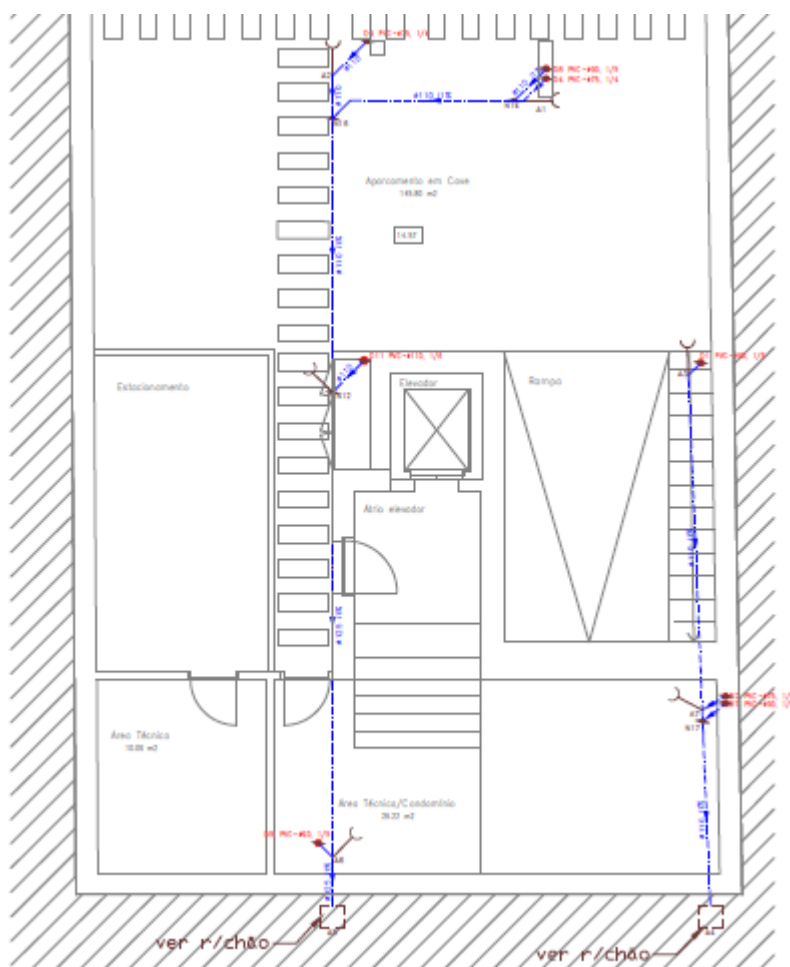


Figura 19 – Planta de drenagem de águas residuais da cave obra N°5.

3.4 Obra N°6

Trata-se de uma Habitação Unifamiliar. Na Figura 20 é visível uma imagem do futuro edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de drenagem de águas pluviais. A cobertura trata-se de uma cobertura plana, neste caso a cobertura plana possui na camada de forma, uma pendente que garantirá o encaminhamento das águas para um ponto baixo.



Figura 20 - Obra n°6 (1+1 Arquitectos, 2017).

3.4.1 Memória Descritiva e Justificativa

3.4.1.1 Projeto da rede de drenagem de águas pluviais

a) Descrição Geral

A rede projetada refere-se à drenagem das águas pluviais, da edificação referida. As águas pluviais afluentes à cobertura são recolhidas por caldeiras que se encontram embutidas na cobertura, sendo posteriormente recolhidas pelos tubos de queda, e finalmente recolhidas em caixas de visita localizadas no piso térreo. A cobertura desta edificação apresenta uma cobertura plana, pelo qual a sua pendente é realizada na camada de forma, de modo a garantir que as águas são encaminhadas para as caleiras. Neste projeto os tubos de queda estão embutidos na parede do edifício.

b) Cálculo da rede

O cálculo hidráulico da rede foi efetuado de acordo com a regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de

Agosto. As fórmulas necessárias para o dimensionamento encontram-se referidas anteriormente, no Capítulo 5. O cálculo desta rede foi efetuado recorrendo a folhas de Excel.

c) Disposições construtivas

As caleiras serão em chapa zincada de secção circular de dimensões definidas nas peças desenhadas. Os tubos de queda serão embutidos nas paredes de secção circular, podendo ser de secção retangular desde que a capacidade de drenagem seja superior ao considerado nas peças desenhadas. Os coletores serão de PVC SN4, com a área de aplicação B segundo a EN 1487.

Todos os materiais a utilizar serão certificados pelo Instituto Português da Qualidade.

Os tubos de queda e assim como o seu traçado deverá ser vertical e formado de preferência por um único alinhamento reto, no caso de mudanças de direções em alguns tubos, estas devem ser feitas através de curvas de 45°.

As caixas de visita serão em blocos de betão ou em betão armado, assente em fundação de betão com tampas hidráulicas em ferro.

Os Colectores serão instalados com uma inclinação mínima de 1% e inclinação máxima de 4%

d) Caldeiras

Tabela 19 Dimensionamento das caldeiras

Caldeiras						
Caleira	Área a drenar (m ²)	Q l/min	i %	Secção cm ²	D mm	Ø adopt mm
C1	20.2	35	0.5	25.8	81.1	125
C2	39.5	69	0.5	42.7	104.3	125
C3	12.7	22	0.5	18.2	68.1	125
C4	42.2	74	0.5	44.9	106.9	125
C5	59.1	103	0.5	57.8	121.3	125
C6	38.8	68	0.5	42.1	103.5	125
C7	17.0	30	0.5	22.7	76.0	125
C8	26.4	46	0.5	31.6	89.6	125
C9	16.8	29	0.5	22.5	75.7	125
C10	39.4	69	0.5	42.6	104.1	125
C11	39.4	69	0.5	42.6	104.1	125
C12	28.8	50	0.5	33.7	92.6	125
C13	52.9	93	0.5	53.2	116.4	125
C14	29.1	51	0.5	33.9	93.0	125

e) Tubos de Queda

O diâmetro mínimo para o tubo de queda é de 50 mm. As fórmulas utilizadas para o dimensionamento dos tubos de queda encontram-se descritas no Capítulo 5.

Tabela 20 - Dimensionamento dos tubos de queda.

Tubos de Queda						
Tubo	Área de Infl.	Caudal l/min	H max mm	D mm	Ø mm	Ø adopt mm
P1	59.7	104	43.8	50	50	75
P2	54.9	96	43.8	50	50	75
P3	97.9	171	43.8	50	50	75
P4	43.4	76	43.8	50	50	75
P5	56.2	98	43.8	50	50	75
P6	68.2	119	43.8	50	50	75
P7	82.0	144	43.8	50	50	75

f) Coletores

O diâmetro mínimo regulamentar para o coletor é de 110 mm, A Rugosidade da tubagem considerado foi de $120 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. As fórmulas utilizadas para o dimensionamento dos tubos de queda encontram se descritas no Capítulo 5.

Tabela 21 - Dimensionamento dos Coletores.

Coletores Prediais						
Coletor	Área de Infl.	Caudal l/min	i %	D mm	Ø mm	Ø adopt mm
CP1	97.89	171	1	67.77	110	110
CP2	141.3	247	1	77.77	110	110
CP3	197.48	346	1	88.17	110	110
CP4	54.9	96	1	54.57	110	110
CP5	114.6	201	1	71.90	110	110
CP6	134.6	236	2	67.06	110	110
CP7	216.66	379	3	74.29	110	110
CP8 / RL	414.14	725	1	116.39	125	125

g) Peças desenhadas

Na Figura 21 apresenta-se o traçado da rede de drenagem de águas pluviais relativamente à planta do rés-do-chão. No anexo D é apresentado todas as plantas, cortes e pormenores construtivos desta obra.

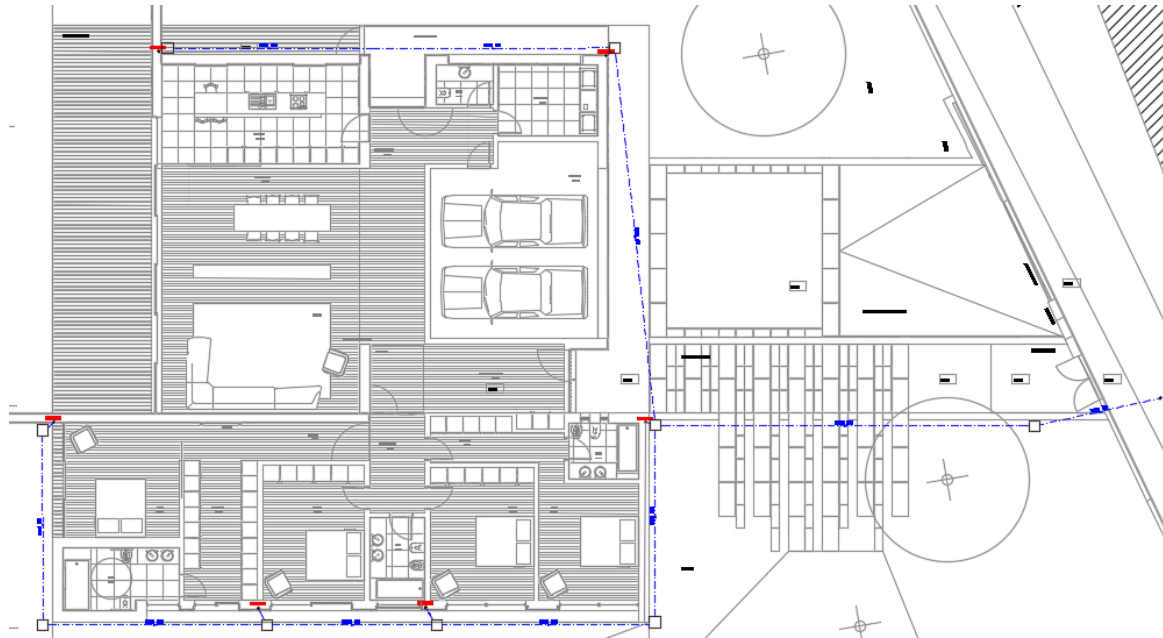


Figura 21 – Planta de drenagem de águas pluviais do rés-do-chão.

3.5 Obra N°8

Obra localizada em Espinho, o prédio desenvolve-se em cave destinado a garagem, mais 3 pisos destinados a habitações totalizando 7 frações e a cobertura. Na Figura 22 é visível a planta da cobertura do edifício. Neste projeto foi elaborado o dimensionamento da rede de abastecimento de água, dimensionamento da caixa de escadas e o dimensionamento das lajes do edifício.

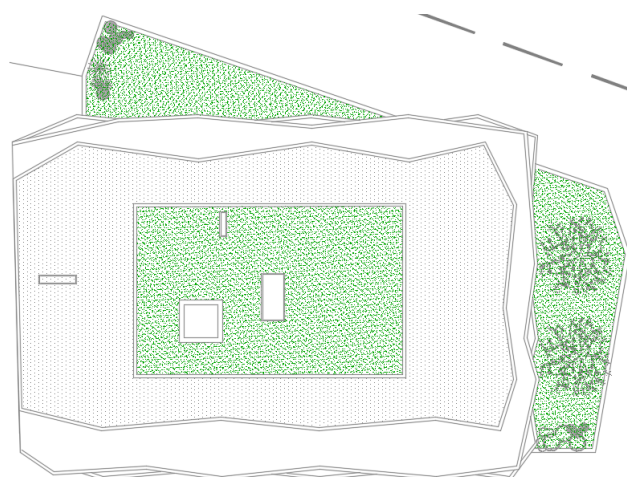


Figura 22 - Planta da cobertura da obra N°7.

3.5.1 Dimensionamento da caixa de escadas

Para o dimensionamento da caixa de escadas, utilizou-se o programa CYPE 2017, o modulo do programa utilizado para este dimensionamento foi o CYPECAD. Neste dimensionamento as escadas vencem um desnível de 2.89m. Na próxima Figura é apresentado a localização em planta da escada.

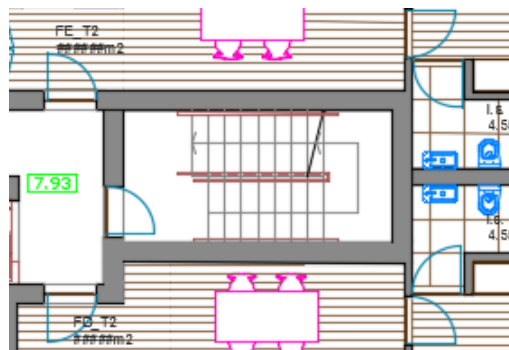


Figura 23 - Caixa de escada da obra N°7.

A caixa de escadas arranca no rés-do-chão e acaba no 2º piso. Então considerou-se os seguintes dados no CYPE para o dimensionamento da caixa de escadas:

- Betão: C25/30
- Aço: S-400
- Recobrimento: 3.0 cm
- Largura: 1.350 m
- Cobertor: 0.290 m
- Espelho: 0.170 m
- Degraus: betonado com a laje

As sobrecargas foram as seguintes:

- Peso próprio: 4.41 kN/m²
- Degraus: 1.80 kN/m²
- Guardas: 0.20 kN/m
- Revestimento: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga: 3.00 kN/m²

Definindo todas as dimensões obteve-se a seguinte caixa de escadas:

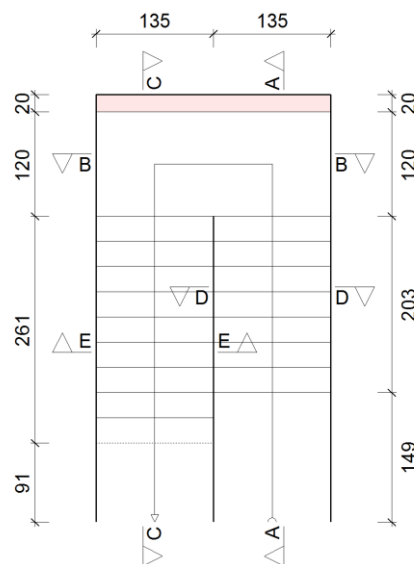


Figura 24 - Caixa de escadas da obra N°7.

Na seguinte Tabela e Figuras, apresenta-se os resultados do cálculo das armaduras e respectivas peças desenhadas obtidas pelo CYPE

Tabela 22 - Armadura da caixa de escadas da obra N°7.

Armadura			
Secção	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8a/20	Ø12a/10
B-B	Longitudinal	Ø8a/20	Ø12a/10
C-C	Longitudinal	Ø8a/20	Ø12a/10
D-D	Transversal	Ø8a/20	Ø8a/20
E-E	Transversal	Ø8a/20	Ø8a/20

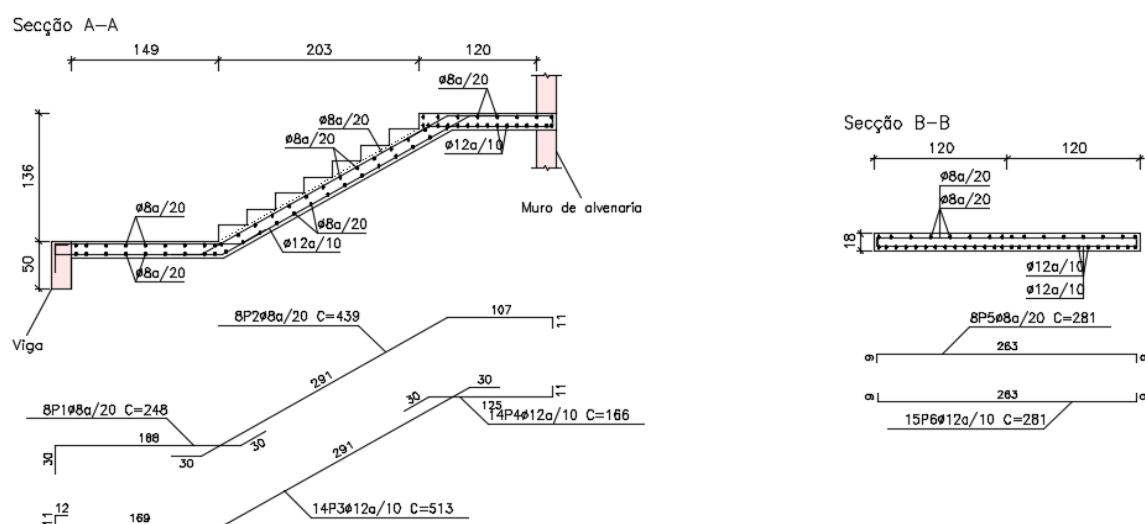


Figura 25- Peças desenhadas da caixa de escadas

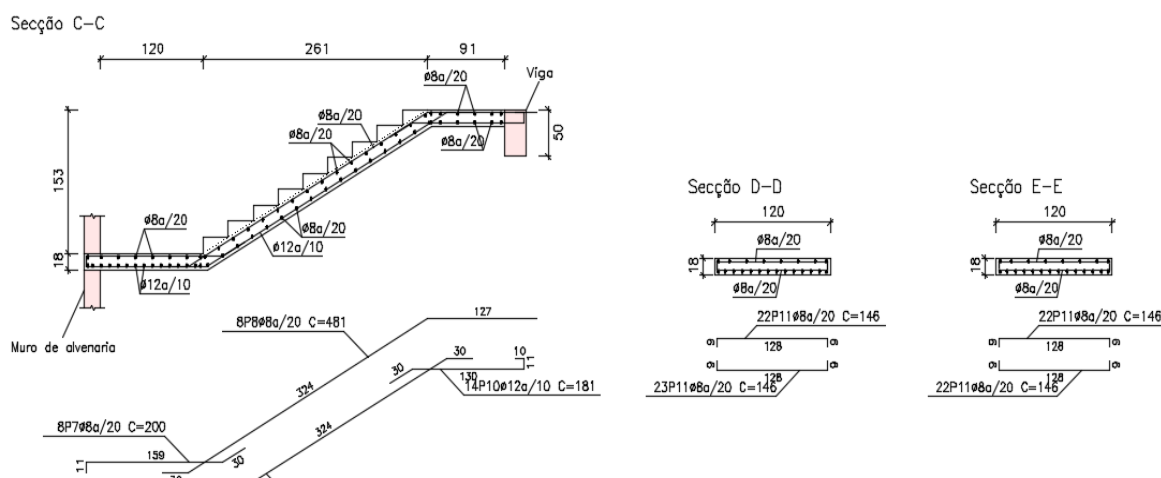


Figura 26 - Peças desenhadas da caixa de escadas

3.5.2 Dimensionamento das Lajes Aligeiradas do edifício

Neste projeto o estagiário dimensionou todas as lajes aligeiradas. No presente edifício, ambos os pisos são constituídos por lajes aligeiradas, existindo em algumas zonas lajes maciças, localizadas perto da caixa de elevadores.

Para o dimensionamento das lajes aligeiradas utilizou-se a folha de cálculo da empresa que fornece as vigotas e os blocos aligeirados PAVINORTE.

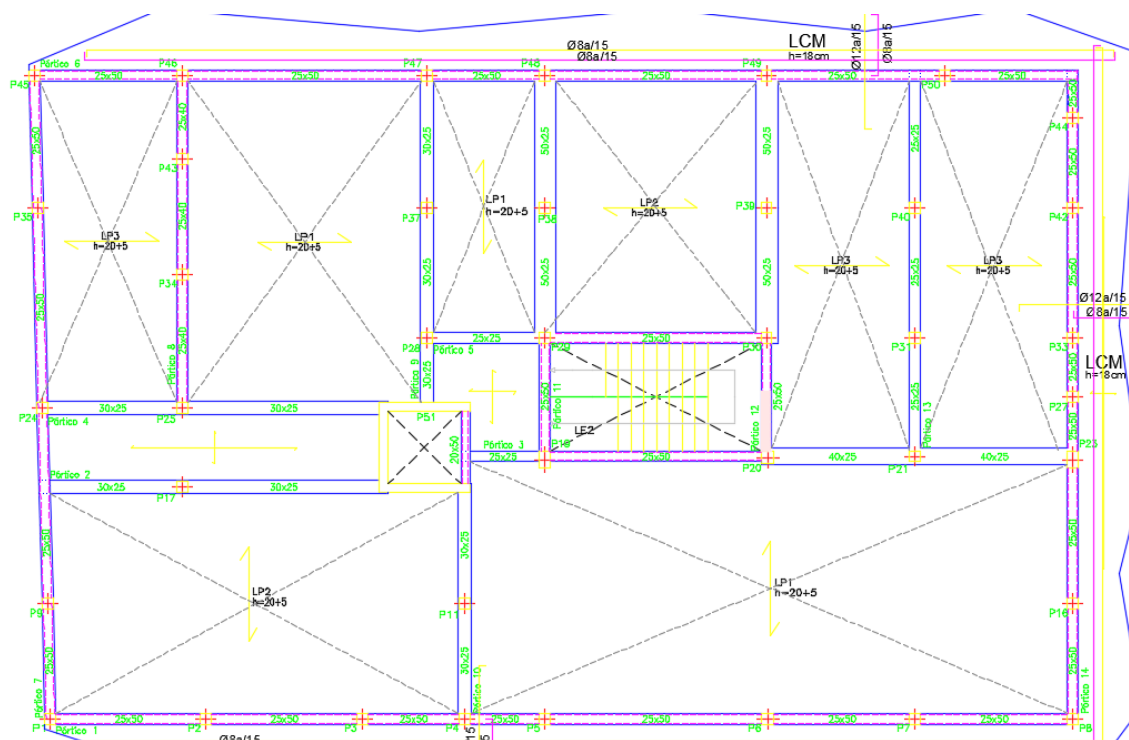


Figura 27 - Planta estrutural do 1º andar da obra N°7 (1+1 Arquitectos, 2017).

Para o dimensionamento da laje, considerou-se uma altura de laje de 25 cm, obtendo-se as seguintes lajes aligeiradas:

QUADRO DE LAJES ALIGEIRADAS – “PAVINORTE” (ou equivalente)									
LAJE	LAJE DE COBERTURA				ARMADURAS				
	TIPO	L _t (m) (de cálculo)	H _t (m) Alt. total	C (m) Camada de compressão	Apoios		TARUCOS		Distribuição malha electrosoldada
					Ø	L	Nº Tar/vão	At/Tar.	
LP1	V4-BN 32x20-25	4.51	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.2	1	2Ø10	AR38
LP2	V2-BN 40x20-25	3.22	0.25	0.05	Ø8//20cm	1	1	2Ø10	AR34
	Piso do 2.º Andar								
LP1	V1-BN 40x20-25	3.6	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.0	1	2Ø10	AR34
LP2	V4-BN 24x20-25	5.51	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.4	1	2Ø10	AR42
	Piso do 1.º Andar								
LP1	ZV4-BN 40x20-25	6	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.5	2	2Ø10	AR46
LP2	V5-BN 24x20-25	5.28	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.4	2	2Ø10	AR46
LP3	V2-BN 40x20-25	3.56	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.0	1	2Ø10	AR34
	Piso do rés-do-chão								
LP1	V5-BN 24x20-25	5.79	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.5	2	2Ø10	AR46
LP2	ZV4-BN 40x20-25	5.95	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.5	2	2Ø10	AR46
LP3	V2-BN 40x20-25	3.56	0.25	0.05	Ø8//20cm	1.0	1	2Ø10	AR34

Figura 28 - Quadro de Lajes aligeiradas, obra Nº7.

Todas as plantas e cálculos referentes ao dimensionamento das lajes aligeiradas encontram-se no anexo I.

PARTE 2

Análise do peso da água e da energia nos custos do ciclo de vida de edifícios universitários.

Capítulo 4

GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS E CUSTOS DO CICLO DE VIDA

4 Gestão de ativos físicos

A essência dum sistema de gestão de instalações, é planejar e organizar o uso e a manutenção de edifícios (Svensson, 1998). A manutenção é uma função importante de um sistema de gestão, muitas das vezes é vista como um custo necessário que não adiciona valor ao núcleo de negócio. A fim de manter a manutenção o mais rentável possível e melhorar o planeamento a longo prazo, existe uma necessidade de sistemas capazes de gerir as grandes quantidades de informação. Além disso, as análises de dados são demasiado grandes para serem geridas sem o recurso a sistemas informatizados (Shepard, 2005).

4.1.1 Conceito

“A Gestão de Ativos Físicos é como qualquer outra disciplina de gestão em evolução. Sofre de Sobrecarga terminológica” Davis, (NA).

Segundo a ISO 55000 (2014), um ativo é um item, objeto ou entidade que tem um valor potencial ou real para uma organização.

Segundo FHWA (1999), Gestão de Ativos Físicos é uma abordagem sistemática de manutenção, atualização e custos efetivos de ativos físicos operacionais. Esta combina princípios de engenharia com boas práticas de negócios e teoria económica. Fornece ferramentas para facilitar uma abordagem mais organizada e lógica para a tomada de uma decisão. Assim, a gestão de ativos é capaz de fornecer uma estrutura capaz de lidar com o planeamento a curto e longo tempo.

A Gestão de Ativos é uma estratégia empresarial abrangente, que emprega informações e tecnologia de pessoas, de forma a distribuir eficazmente e eficientemente os fundos disponíveis entre necessidades de ativos valorizados e concorrentes (TAC, 1999).

Segundo a PAS 55-1, são atividades sistemáticas, coordenadas e práticas através das quais uma organização gere de forma otimizada e sustentável os seus ativos, os sistemas de ativos, o seu desempenho associado, os riscos e gastos ao longo dos ciclos de vida. A sua finalidade é alcançar o melhor plano estratégico organizacional dos ativos.

Segundo o Instituto de Gestão de Ativos, a gestão de ativos converte os objetivos fundamentais da organização em implicações práticas para a escolha, aquisição (ou criação), utilização (operação) e manutenção de ativos apropriados para atingir esses

objetivos. E fá-lo enquanto busca a melhor abordagem de valor total (a melhor combinação de custos, riscos, desempenho e sustentabilidade) (IAM, 2014).

A ISO 55000 (2014) considera que a gestão de ativos envolve o equilíbrio de custos, oportunidades e riscos contra o desempenho desejado de ativos para atingir os objetivos organizacionais. A gestão de ativos permite que uma organização examine a necessidade e o desempenho de ativos em diferentes níveis. Adicionalmente, permite a aplicação de uma abordagem analítica de gestão de um ativo ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida.

4.1.2 Enquadramento

O Instituto de Gestão de Ativos (IAM), em colaboração com o Instituto de Normas Britânicas (BSI), desenvolveram a PAS 55 em 2004. Esta publicação serviu como orientação para a elaboração de um sistema de gestão de ativos melhorado (PAS 55, 2008). Esta Norma divide-se em duas partes:

- Parte 1 - Especificação para a gestão otimizada de ativos de uma infraestrutura física;
- Parte 2 - Diretrizes para a aplicação do PAS 55-1.

Em 2008 a PAS 55 foi revista por mais de 49 organizações, de 15 sectores diferentes da indústria em 10 países.

Em 2010 surge o lançamento do projeto de uma Norma Internacional, a ISO 55000. Esta norma teve um desenvolvimento durante 4 anos e contou com a participação de 30 países.

Em 2014 foi feita a publicação da família ISO 55000, sendo esta composta por três normas:

- ISO 55000: Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia;
- ISO 55001: Gestão de ativos - Sistemas de gestão - Requisitos;
- ISO 55002: Gestão de ativos - Sistemas de gestão - Diretrizes para a aplicação da ISO 55001.

Esta Norma Internacional fornece uma visão geral dos sistemas de gestão de ativos.

4.1.3 A Dimensão Integrada da gestão de ativos

Segundo a PAS 55-2 (2008), a gestão de ativos é uma visão holística e que pode unir as diferentes partes de uma organização, em conjunto, na prossecução de objetivos estratégicos comuns.

Estes podem ser explicados como:

- **Holístico:** olhando para a Figura 29 verificaram-se implicações combinadas de gestão em todos os seus aspetos (tal inclui a combinação de diferentes tipos de ativos, as interdependências funcionais e as contribuições dos ativos dentro dos sistemas de ativos, as diferentes fases do ciclo de vida dos ativos e atividades correspondentes), em vez de uma abordagem compartimentada;
- **Sistemático:** é uma abordagem metódica, que promove decisões e ações consistentes, repetíveis e auditáveis;
- **Sistémico:** consideram-se os ativos no seu contexto de sistema de ativos e otimiza-se o valor dos sistemas de ativos (incluindo o desempenho sustentável, custos e riscos), em vez de se otimizarem os ativos individualmente ou isoladamente;
- **Baseado no risco:** centrado nos recursos e no estabelecimento de prioridades, adequados aos riscos identificados e aos custos/benefícios associados;
- **Ótimo:** estabelecimento de melhor valor de compromisso entre os fatores concorrentes, tais como o do desempenho, do custo e do risco associados aos ativos, e ao longo dos seus ciclos de vida;
- **Sustentável:** consideração das consequências a longo prazo das atividades de curto prazo, para assegurar que a oferta é adequada, e feita para os requisitos e obrigações futuras (como a sustentabilidade económica e ambiental, o desempenho do sistema, a responsabilidade social e outros objetivos a longo prazo);
- **Integrado:** reconhecimento de que as interdependências e efeitos combinados são vitais para o sucesso. Tal requer uma combinação dos atributos acima referidos, coordenados para atingirem uma abordagem conjunta e do valor líquido.



Figura 29 - Princípios e atributos da gestão de ativos (adaptado de PAS 55-2, 2008).

Os sistemas de gestão de ativos são utilizados por organizações para dirigir, coordenar e controlar ativos e as suas atividades de gestão. Estes podem fornecer um melhor controlo de riscos e dar garantias de que os objetivos de gestão dos mesmos serão alcançados numa base consistente. No entanto, nem todas as atividades de gestão de ativos podem ser formalizadas através de um sistema de gestão de ativos. Por exemplo, aspetos como a liderança, cultura, motivação e comportamento podem ter uma significativa influência sobre a realização dos objetivos da gestão de ativos, que poderá ser gerida pela organização utilizando acordos exteriores ao sistema de gestão de ativos. Na Figura 30 pode-se observar a relação, em termos chave, entre a gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos (ISO 55001, 2014).

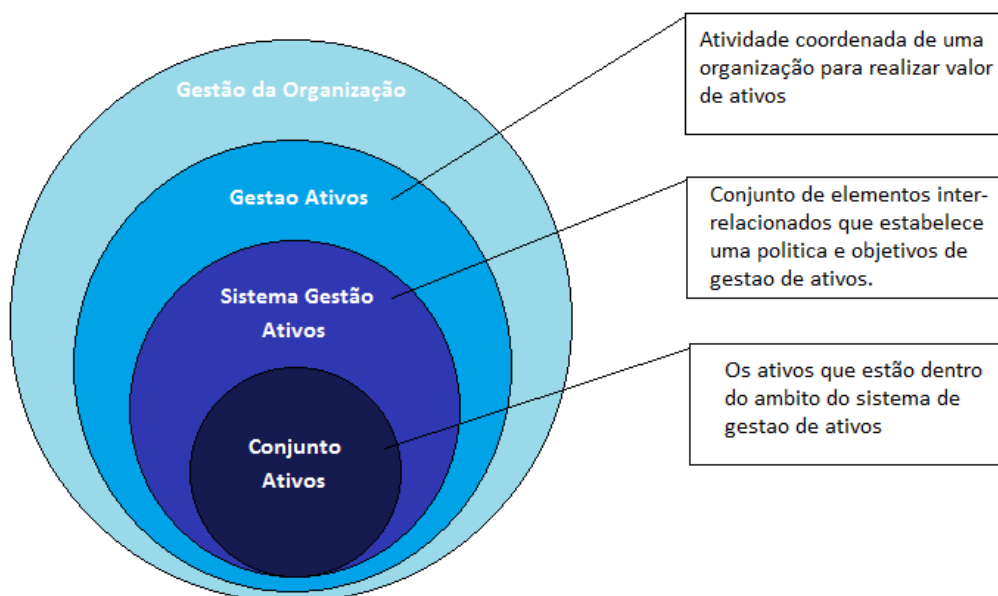


Figura 30- Relação entre os principais atributos entre a gestão de ativos e de um sistema de gestão de ativos (Adaptado de ISO 55000, 2014).

4.2 Custo do ciclo de vida

Os edifícios representam um grande investimento económico e de recursos. Deste modo, a melhoria da qualidade e da eficácia económica é do interesse comum dos proprietários, utilizadores e da sociedade em geral (Öberg, 2005). Hoje em dia, o processo de decisão necessita de uma abordagem que tenha em consideração os custos de construção, manutenção e operação dos edifícios ao longo do seu tempo de vida útil (Alegre, H., Covas, D., Monteiro, A., Duarte, P., 2007). Estes fatores, juntamente com as preocupações que advém das despesas imediatas de capital nem sempre conseguem oferecer a melhor rentabilidade do dinheiro a longo prazo, aumentando assim a importância da Análise de Custos no Ciclo de Vida (Bakis, N., Kagioglou, M., Aouad, G., Amaratunga, D., 1998).

A Análise de Custos no Ciclo de Vida permite avaliações comparativas de custos num determinado período de tempo específico, tendo em conta os custos iniciais e futuros custos operacionais (ISO 15686-5, 2008).

4.2.1 Conceito

O custo do ciclo de vida (CCV) é uma ferramenta que permite avaliar a relação desempenho/custo total de um ativo ao longo do tempo, incluindo os custos de aquisição, operação e manutenção. O seu grande uso é na avaliação de diferentes opções que permitam

atingir os objetivos do cliente, quando existem alternativas, estas não diferem apenas nos seus custos iniciais, mas também nos seus custos operacionais. As técnicas do CCV podem ser aplicadas aos principais ativos construídos ou aos seus componentes individuais e materiais a partir dos quais são construídos (Langdon, 2007).

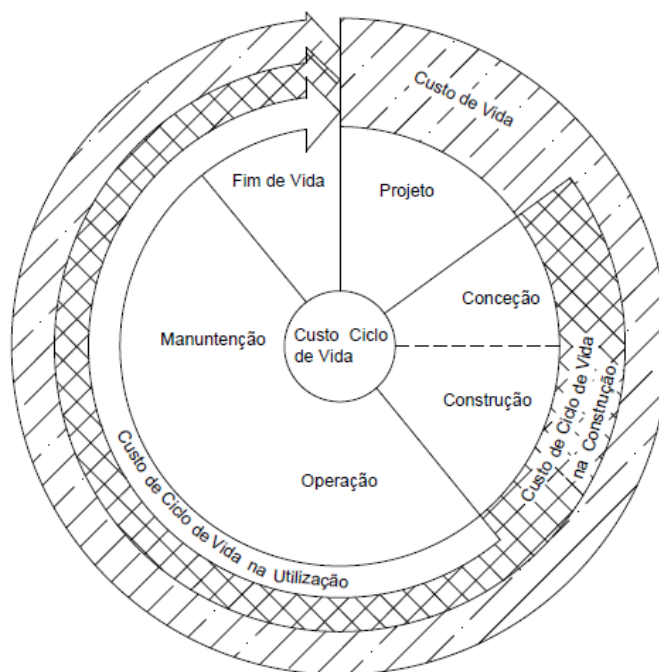


Figura 31- Análise das diferentes fases do ciclo de vida (adaptado de ISO 15686-5).

4.2.2 Enquadramento

Os primeiros trabalhos de investigação sobre a matéria surgem na década de 70, nomeadamente por intermédio do conceito dos custos de utilização. Este conceito, também referido como custo total, apontava a previsão de custos, incluindo custos de construção, custos anuais de operação e manutenção do edifício (Seeley, 1979).

Já nos anos 70 foram identificadas as capacidades dos custos de utilização para o processo de decisão, avaliando-se que um investimento inicial mais baixo é de facto economicamente mais vantajoso. Seguindo esta linha de pensamento, desde os anos 80, o conceito CCV passou a conquistar maior atenção (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2005).

Posteriormente, o conceito de CCV do edifício, acabaria por vir a incorporar os custos relativos ao projeto de investimento, ou seja, custos atribuíveis ao edifício, mas ainda antes da fase de construção/aquisição. Como exemplo, existem custos associados ao projeto e

planeamento e à análise de viabilidade do investimento, seja ele num ativo já existente ou a construir. A inclusão destes custos viria a dar origem ao conceito de custo total do ciclo de vida (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2005).

Em 2008 segundo a ISO 15686-5, o custo do ciclo de vida é uma técnica valiosa que é utilizada para prever e avaliar o desempenho dos ativos construídos. É uma forma de análise para determinar se um projeto atende aos requisitos de desempenho do cliente. (ISO 15686-5, 2008).

4.2.3 Estrutura Geral dos Custos

O objetivo do cálculo do custo do ciclo de vida deve consistir em quantificar o custo do ciclo de vida para a entrada no processo de tomada de decisão ou de avaliação de um edifício e também devem incluir a entrada de outras avaliações, por exemplo avaliações ambientais, de conceção, de segurança e de conformidade. A quantificação deve corresponder ao nível necessário de pormenor para as fases do projeto. O propósito dos custos incluídos/excluídos de uma análise do CCV deve ser acordado com o cliente sempre no início (ISO 15686-5, 2008).

A análise do CCV deve abranger uma lista definida de custos durante a vida física, técnica, económica ou funcional de um ativo construído, durante um período de análise definido. O cálculo do custo do ciclo de vida também deve ser influenciado pelos custos não construtivos e pelos custos de ocupação, bem como pelas políticas locais, nacionais ou internacionais, impostos e outros.

A análise do CCV pode incluir provisões para alterações previsíveis, tais como níveis de ocupação futuros ou mudança de parâmetros legislativos ou regulatórios.

4.2.4 Custos totais do ciclo de vida

Ao planear a aquisição de ativos, os gastos iniciais de capital muitas vezes constituem o principal elemento a ser considerado. O processo de estimativa desses custos, desde a aquisição ou construção inicial de um ativo até à fase operacional com manutenção contínua e destino final, é conhecido como Custo Total de Vida (CTV), que na literatura Inglesa é designado como Whole-of-Life Costing (WLC) (DFD, 2012).

Custo Total de Vida é a metodologia para consideração económica sistemática de todos os custos e benefícios de toda a vida durante um período de análise. As componentes do CTV, incluindo custo do ciclo de vida (CCV), estão resumidos na Figura 32 (SCI, 2011).

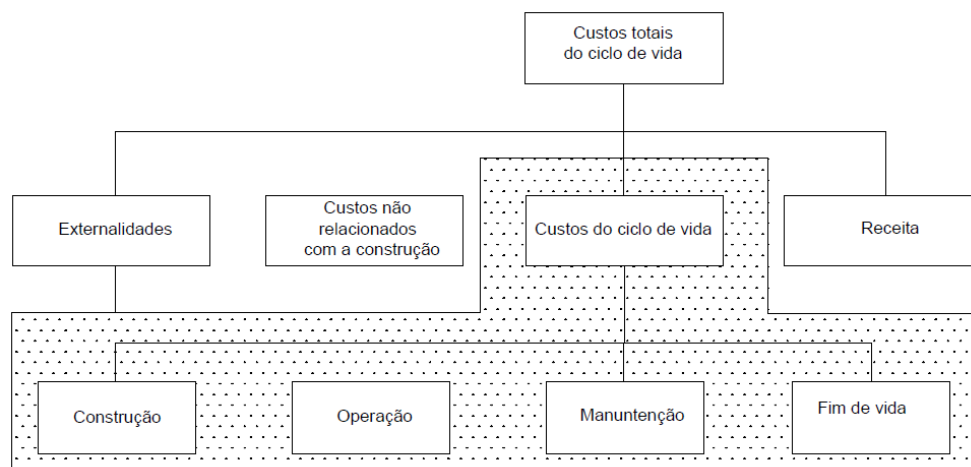


Figura 32- Estrutura de todos os custos do ciclo de vida (adaptado de ISO 15686-5, 2008).

O CTV fornece um método que permite justificar abordagens mais sustentáveis na construção, uma vez que permite a consideração económica de benefícios como a redução do consumo de energia durante a operação de um edifício a ser tomada em consideração nas decisões de investimento de uma autoridade pública.

Neste contexto, o CTV pode também ser um elemento-chave para a adoção de novos produtos e técnicas de construção sustentável, que podem conter custos iniciais mais elevados, mas que oferecem uma melhor eficiência de custos para as autoridades públicas a médio e longo prazo (SCI, 2011).

Segundo Flanagan (1989), o Custo Total de Vida é uma técnica de avaliação económica que diz respeito à avaliação do custo total de um ativo durante a sua vida operacional, incluindo custos iniciais de capital, custos de manutenção, custos operacionais e o custo ou benefício da eventual eliminação do ativo em fim de vida.

4.2.5 Ciclo de vida do ativo

O ciclo de vida do ativo físico desenvolve-se desde a fase inicial do projeto até à sua desativação. Sendo que o ciclo de vida do ativo proposto por Ouertani et al.(2008), pode ter as seguintes fases:

- **Aquisição** – Envolve todas as atividades de análise associadas ao plano técnico e financeiro, justificação e planeamento para aquisição de novos ativos, bem como na gestão da aquisição;
- **Implantação** – Envolve todas as atividades associadas com a instalação, testes e comissionamento;
- **Operação e Manutenção** - Envolvem todas as atividades para manter a disponibilidade dos ativos de um modo mais eficaz, a longevidade e a capacidade (qualidade, desempenho e flexibilidade);
- Abate – envolve todas as atividades relacionadas com a cessação dos ativos.
- Operação e manutenção

Segundo Faro (1998), a manutenção tem um papel fundamental no alcance dos objetivos da organização. Existindo diferentes modelos e filosofias de manutenção, importa definir, para cada ativo físico, qual o modelo mais adequado face à importância desse equipamento para o processo produtivo e de acordo com as necessidades de fiabilidade e disponibilidade que o caracterizam. A manutenção deve, também, intervir no processo de seleção e aquisição de novos equipamentos, por forma a contribuir com a sua experiência, para a escolha do equipamento que melhor venha a responder às exigências e constrangimentos do contexto em que vão laborar.

Segundo Takata *et al.* (2004), a manutenção tem como objetivo preservar a condição do produto, de modo a este conseguir cumprir as funções necessárias durante o seu ciclo de vida. A manutenção é uma importante parte da gestão do ciclo de vida, no qual o seu objetivo é aumentar a ecoeficiência do ciclo de vida do produto. Existem duas razões pelas quais é necessária atitude para controlar as condições de produtos; a mudança em condições do produto, devido à deterioração, e a evolução das necessidades dos clientes ou da sociedade. Estas alterações geram lacunas entre a função pretendida e a realizada. A manutenção é executada para compensar essas lacunas por meio de tratamento ou de readaptação, como se observa na Figura 33.

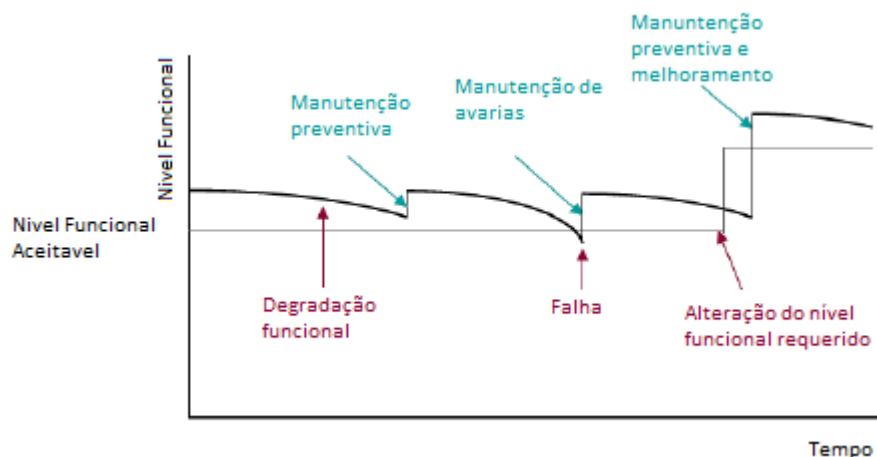


Figura 33- Atividades de Manutenção (Adaptado de Takata *et al.*, 2004).

Segundo Santos (2015), a importância da Operação e Manutenção surge como fator do aumento da produtividade e competitividade das empresas. A necessidade do conhecimento sobre a implementação das tecnologias, métodos e técnicas de manutenção que permitam assegurar a correta operacionalidade dos ativos físicos, com vista a obter o máximo rendimento do investimento, ao prolongar a sua vida útil e ao mantê-los em operação o máximo tempo possível, onde a forma como se encara a função manutenção tem-se vindo a alterar ao longo dos anos, face à crescente importância que vem assumindo na produtividade e competitividade das empresas.

4.2.6 Custos de fim de vida

Os custos de eliminação do ativo estão associados à venda e/ou à eliminação segura do capital no final da sua vida útil (DFD, 2012).

Os custos de eliminação, desmantelamento e, em alguns casos, remediação de um ativo no final da sua vida útil devem ser contabilizados e adicionados aos custos de capital, aquisição, operação e manutenção. Os custos de eliminação podem incluir:

- Custo devido às avaliações de diligência;
- Custos de revenda;
- Taxas legais;
- Taxas de marketing;
- Custos de aquisição;
- Custos de probidade;

- Custos de remediação e desativação.

Para determinar custos operacionais e de manutenção, os custos de eliminação podem ser identificados através da análise de registos de transações similares e da utilização de peritos e consultores da indústria (DFD, 2012).

4.2.7 Benefícios do uso do custo do ciclo de vida

Os custos do ciclo de vida ao longo da vida de um ativo são recorrentemente reconhecidos como uma mais valia monetária do que os custos iniciais de aquisição / construção sozinhos (Langdon D, 2007).

O autor Langdon D (2007), elabora o seguinte exemplo, os custos de possuir e ocupar um edifício de escritórios ao longo de um período de 30 anos são tipicamente na razão ampla de 1 (custos de construção) a 5 (custos de manutenção) a 200 (custo das operações realizadas no edifício, incluindo custos de pessoal). É evidente que uma maior focalização nos custos de manutenção e de funcionamento dos ativos e não apenas nos custos de capital pode proporcionar benefícios financeiros e ambientais significativos a longo prazo.

O CCV é também um elemento chave para a avaliação da sustentabilidade ambiental na construção. O CCV é capaz de proporcionar uma ferramenta para a avaliação económica de opções de sustentabilidade alternativas que exibem diferentes capitais, custos operacionais ou uso de recursos. Também fornece métodos para avaliar os benefícios de custo ao incorporar opções mais sustentáveis em ativos construídos (Langdon D, 2007).

Segundo Langdon (2007), estes benefícios dependem da análise do CCV, da finalidade do exercício, das circunstâncias do projeto, do ativo e do cliente para o qual ela é realizada. Os benefícios típicos podem incluir:

- Transparência dos custos operacionais futuros;
- Capacidade de planear despesas futuras;
- Maior sensibilidade sobre os custos totais;
- Capacidade de manipulação e otimização de custos futuros nas fases de projeto;
- Alcançar e demonstrar um melhor valor para o dinheiro em projetos;
- Cumprimento dos requisitos de contratos públicos;
- Avaliação de opções concorrentes, quer para ativos totais quer para partes de ativos;
- Performance “*trade-offs*” contra custo (por exemplo, desempenho ambiental).

4.2.8 Modelação de desempenho e vida de serviço

A necessidade da previsão da vida útil dos edifícios e dos componentes dos mesmos, tem vindo a ser ignorados pela sociedade. A ISO 15686 concentra-se na necessidade de padronizar os modelos para a previsão da vida de serviço. O requisito para a previsão da vida de serviço é estabelecido maioritariamente na estimativa dos tempos de substituição, manutenção e do ciclo de vida. É com esta base que os modelos que permitem determinar a vida de serviço podem fornecer informações de forma detalhada, como a deterioração e avaria de um componente (Kirkham, R., Muthena, A., Silva, A., Grindley, T., Brondsted, J., 2004).

4.2.9 Vantagens e desvantagem da avaliação económica dos CCV

Na Tabela 23, são apresentados vários métodos para a avaliação económica do custo de ciclo de vida, onde está elaborado de uma maneira simplificada as vantagens, desvantagens e a finalidade do método.

Tabela 23 - Vantagens e desvantagens da avaliação económica do CCV (adaptado de Schade, J., 2007)

Método	O que calcula	Vantagens	Desvantagens	Usável para
Simple payback	Calcula o tempo necessário para obter retorno sobre o investimento inicial. O investimento com o menor tempo de retorno é o mais rentável (Flanagan, 1989).	Rápido e de facilmente calculado, resultado de fácil interpretar (Flanagan, 1989).	Não tem em conta a inflação, juros ou <i>cash flow</i> (Öberg, 2005, Flanagan, 1989).	Estimativa grosseira se o investimento é rentável (Flanagan, 1989).
Discount payback method (DPP)	Basicamente é igual ao método simple payback, apenas tem em conta o valor do tempo (Flanagan, 1989).	Tem em conta o valor do tempo (Flanagan, 1989).	Ignora todo o <i>cash flow</i> fora do período de retorno (Flanagan 1989).	Deve ser usado apenas como um dispositivo de triagem não como um conselho de decisão (Flanagan, 1989).
Net present value (NPV)	O NPV é o resultado da aplicação de fatores de desconto, com base na taxa de retorno exigida para cada ano de <i>cash flow</i> projetado, de modo que o <i>cash flow</i> é descontado a valor presente. Em geral, se o NPV é positivo, vale a pena investir.	Toma o valor de tempo do dinheiro em conta. Gera o retorno igual à taxa de juros do mercado. Utiliza todos os dados disponíveis (Flanagan, 1989).	Não é usado quando comparado com alternativas que tenham durações de vida diferentes. Não é fácil de interpretar (Kishk et al., 2003).	A maior parte dos modelos do LCC utilizam o método NPV (kishk et al., 2003)
Equivalent annual cost (ECA)	Este método expressa o NPV como uma alternativa de custo anual equivalente e uniforme, para isso tem-se em conta o valor da anuidade (Kishk et al., 2003).	Podem ser comparadas, diferentes alternativas com diferentes durações de vida.	Apenas dá um número médio. Não indica o custo real durante cada ano do LCC (ISO 15686-5,2004).	Serve para comparar diferentes alternativas com diferentes durações de vida (ISO 15686-5,2004)
Internal rate of return (IRR)	O IRR é um critério do <i>cash flow</i> que determina uma taxa média de retorno por referência à condição de que os valores sejam reduzidos a zero no ponto inicial do tempo. É possível calcular a taxa de discount rate de teste que gera um valor de NPV zero. A alternativa com o IRR mais alto é a melhor alternativa (ISO, 2004)	O resultado é obtido em percentagem, o que dá uma interpretação óbvia (Flanagan, 1989).	Os cálculos precisam de um procedimento de rastreamento e erro. A IRR pode ser calculada apenas se os investimentos gerarem um lucro (Flanagan, 1989)	Pode ser usado apenas se os investimentos gerarem lucro o que nem é o caso na indústria da construção (kishk et al., 2003).
Net saving (NS)	A NS é calculada como a diferença entre o presente trabalho e o valor renda gerada pelo investimento e a quantia investida. A alternativa com melhor poupança é a melhor (kishk et al., 2003).	Técnica de avaliação de investimentos facilmente compreendida (Kishk et al., 2003).	Ns apenas pode ser usado se o investimento gerar receita (kishk et al., 2003).	Pode ser usado para comparar opções de investimento (ISO, 2004). Apenas se o investimento gerar uma receita (kishk et al., 2003)

4.2.10 Etapas na metodologia do CCV

Segundo Langdon as principais etapas numa metodologia do custo de ciclo de vida, podem ser mostradas na Tabela 24, que identifica cada etapa e quais os resultados que podem ser esperados das mesmas. (Langdon D., 2007)

Tabela 24 - Etapas na metodologia do CCV, (adaptado de Langdon D, 2007) .

STEP	OUTCOME / ACHIEVEMENT
1 Identificar o objetivo principal do CCV análise	<ul style="list-style-type: none"> • Declaração de propósito da análise • Compreensão da aplicação adequada do LCC e resultados relacionados
2 Identificar o âmbito inicial da análise	Compreensão de: <ul style="list-style-type: none"> • Escala de aplicação do exercício do CCV • Etapas sobre as quais serão aplicadas • Problemas e informações suscetíveis de serem relevantes • Requisitos específicos de relatórios de clientes
3 Identificar até que ponto a análise de sustentabilidade se relaciona com o CCV	Compreensão de: <ul style="list-style-type: none"> • Relação entre avaliação de sustentabilidade e CCV • A medida em que os resultados de uma avaliação de sustentabilidade formarão entrada no processo CCV • Grau em que os resultados do exercício CCV alimentarão uma avaliação de sustentabilidade
4 Identificar o período de análise e os métodos de avaliação económica	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação do período de análise e o que rege sua escolha • Identificação de técnicas apropriadas para avaliação de opções de investimento
5 identificar a necessidade de análises adicionais (análise de risco / incerteza e sensibilidade)	Conclusão da avaliação preliminar de riscos / incertezas <ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de se um plano formal de gerenciamento de risco e / ou registro é necessário • Decisão sobre quais procedimentos de avaliação de risco devem ser aplicados
6 Identificar requisitos de projeto e de ativos	<ul style="list-style-type: none"> • Definição do objetivo do projeto e das principais características do ativo • Declaração de restrições do projeto • Definições de desempenho relevante e requisitos de qualidade • Confirmação do orçamento do projeto e prazos • Incorporação do tempo do CCV no plano geral do projeto
7 Identifique as opções a serem incluídas no exercício CCV e itens de custo a serem considerados	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação desses elementos de um ativo que deve estar sujeito à análise do CCV • Seleção de uma ou mais opções para cada elemento a ser analisado • Identifica quais itens de custo devem ser incluídos
8 Montar custo e tempo (desempenho de ativos e outros) dados a serem usados na análise do CCV	Identificação de: <ul style="list-style-type: none"> • Todos os custos relevantes para o exercício CCV • Valores de cada custo • Qualquer custo disponível a ser aplicado • Dados relacionados ao tempo (por exemplo, dados de vida útil / manutenção)
9 Verificar valores de parâmetros financeiros e período de análise	<ul style="list-style-type: none"> • Período de análise confirmado • Valores apropriados para os parâmetros financeiros confirmados • Questões de tributação consideradas • Aplicação de parâmetros financeiros dentro da estrutura de repartição de custos decidida
11 Execute a avaliação económica necessária	<ul style="list-style-type: none"> • Análise LCC realizada • Resultados registrados para uso na Etapa 14
14 Interpretar e apresentar resultados iniciais no formato requerido	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados iniciais analisados e interpretados • Resultados apresentados usando formatos apropriados

15 Apresentar resultados finais no formato exigido e preparar um relatório final	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de novas iterações do exercício LCC identificadas • Relatório final emitido, para o objetivo e o formato acordados • Conjunto completo de registos preparados para ISO 15686 Parte 3
--	--

Estes processos envolvem decisões sobre opções de produtos, componentes, materiais e outros assuntos em termos de custos, sustentabilidade e outros fatores. A metodologia proposta por Langdon permite um desenvolvimento progressivo e implementação de soluções de design e construção, proporcionando uma certeza crescente do CCV dos projetos à medida que progridem através do design, construção e vida operacional. (Langdon D, 2007)

4.3 Modelos

Os modelos de simulação têm como finalidade a previsão do comportamento dos edifícios durante a sua utilização.

Atualmente, assiste-se a grandes progressos a nível da modelação do comportamento de edifícios. No entanto, devem-se mais às potencialidades da informatização do que às conceções inovadoras, observando-se desenvolvimentos nos ensaios de durabilidade e nos estudos de correlação com a realidade (Rodrigues, 2001).

Nos pontos descritos abaixo, faz-se uma síntese de alguns dos modelos de simulação que se entende representarem melhor o estado de arte.

4.3.1 Modelo de plano de gestão

Método MEDIC

O método MEDIC (*Méthode d'Évaluation de Dégradation probables d'Investissements Correspondants*) (Fourentzou, F., Genre, J., Faist, A., 1998) teve o seu maior desenvolvimento no projeto mais alargado incluído no programa europeu Joule II do 3º, designado por EPIQR (*Energy, Performance, Indoor environment Quality, Retrofit*). O objetivo era elaborar um sistema pericial de apoio à decisão no domínio da avaliação das intervenções de reabilitação em edifícios de habitação. Este programa termina em 1998, sendo continuado pelo programa TOBUS (*Tool for selecting Office Building Upgrading Solutions*) finalizado em 2000, destinado a edifícios de serviços, processando-se neste momento ao teste do software produzido.

De seguida surge o programa INVESTIMMO em 2001, com a finalidade de estabelecer um sistema de apoio à decisão, ao nível da gestão de parques habitacionais na ótica do investidor.

A base destes métodos é um conjunto de rotinas informáticas, que tem como objetivo auxiliarem o decisor sobre a melhor estratégia de intervenção de reabilitação ou renovação em edifícios de habitação e serviços (Rodrigues, 2001).

Segundo Rodrigues (2001), a aplicação dos métodos EPIQR e TOBUS estão assentes sobre os seguintes quatro sub-objetivos:

- Avaliar o estado de degradação de um edifício;
- Estabelecer o caderno de encargos de recuperação em função da avaliação efetuada;
- Elaborar uma estimativa orçamental o mais detalhada possível tendo como base o caderno de encargos antes estabelecido;
- Estimar a evolução da degradação dos diferentes elementos edificados na perspetiva de não ser efetuada qualquer intervenção.

É com base no quarto sub-objetivo referido acima que surge o método MEDIC. Dentro deste sistema de apoio à decisão, o mesmo consiste numa estimação da vida útil remanescente de elementos de construção. Utilizando a divisão em elementos e a classificação de desempenho base do método EPIQR, consegue-se simular para cada elemento a evolução no tempo dessa classificação, em que os quatro estados são (Rodrigues, 2001):

- a- excelente (a motivar a continuação da manutenção adequada ao uso corrente);
- b- pequenas patologias (a motivar um estado de observação frequente);
- c- grande patologia (a motivar intervenção);
- d- a substituir (a evidenciar fim de vida útil).

O método MEDIC estabelece, então, uma previsão de durabilidade, as intervenções típicas necessárias e os respetivos custos através de curvas de probabilidade de mudança de condição obtidas com base na análise de casos reais (Silva,P,. 2013).

4.3.2 Modelo de custo de ciclo de vida

Método NPV

NVP é o método de valor presente líquido, que advém da literatura inglesa como *Net Present Value* (NPV). Os modelos matemáticos existentes, que tem uma base no modelo

NPV têm vantagens e desvantagens, pois diferem nos custos de avaria dos elementos (Schade. J, 2007).

Em seguida é apresentado o modelo da Sociedade Americana de Materiais de Teste (1), onde o objetivo é distinguir entre energia e outros custos de operação e verificar qual o mais útil na adoção de diferentes taxas de desconto para diferentes custos dos elementos.

$$NPV = C + R - S + A + M + E \quad (1)$$

Onde; C- custos de investimento, R- custos de substituição, S- O valor de revenda no final do período de estudo, A- custos anuais recorrentes operacionais de manutenção/reparação (excluindo custos de energia), M- custos não recorrentes anualmente operacionais de manutenção/reparação (excluindo custos de energia), E- custos de energia.

Método do custo global de um edifício

O Método do Custo Global de um edifício, faz refletir a estrutura cíclica de encargos com um edifício em serviço (Rodrigues, 2001).

Embora este modelo consista numa fórmula matemática e económica simples, encerra uma dupla dificuldade, a de conhecer os custos ciclos de edifícios em fases sequenciais de utilização e a de avaliar a incerteza associada às estimações dos ciclos.

Segundo Rodrigues (2001), os pressupostos são os seguintes:

O custo global expressa-se através de um único número que adiciona custos iniciais de construção com o valor diferido dos custos de utilização, em que os custos iniciais e diferidos são os seguintes:

Custos iniciais:

- Terreno;
- Projeto;
- Construção;
- Legalização.

Custos diferidos:

- Manutenção;
- Exploração;

- Utilização;
- Financeiros (decorrentes dos iniciais);
- Ficais.

O Custo Global dos edifícios resulta no somatório de todos os encargos com a construção, com a parcela resultante das consequências económicas desses encargos, ou seja, os denominados custos de utilização. Este método pode ser expresso pela seguinte equação matemática (2):

$$CG = CI + \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Cam + Cae + Cau}{(1+a)^n} + \sum_{k=1}^{k=|N/M|} \frac{Ccm}{(1+a)^{kM}} \quad (2)$$

onde:

CG- custo Global;

CI- custo total inicial;

Cam- custos anuais com manutenção;

Cae- custos anuais de exploração;

Cau- custos anuais de utilização;

Ccm- custos cíclicos de manutenção;

M- periodicidade dos custos cíclicos;

N- vida útil;

a- taxa anual média equivalente de atualização.

Segundo Rodrigues (2001), esta metodologia pode ser aplicada a um edifício na sua globalidade ou aplicada a cada um dos elementos, componentes ou equipamentos, ou seja:

$$CG = \sum_{i=1}^{i=E} CG_i \quad (3)$$

onde:

CG_i - custo do elemento, componente ou equipamento de um edifício;

E- número de elementos, componentes ou equipamentos de um edifício.

Este método tem algumas fragilidades relacionadas com a dificuldade de estabelecer alguns dados necessários tais como a taxa anual média equivalente de atualização (“a”), a periodicidade dos custos cíclicos (“M”) e a vida útil (“N”).

Capítulo 5

CASOS DE ESTUDO

5 Casos de Estudo

5.1 Metodologia

Para a realização de gestão de ativos é necessário estar-se na posse de dados de base que são muitas vezes difíceis de encontrar disponíveis. Pretende-se nesta parte inovadora, fazer um apanhado do maior número de dados que ajudassem, em estudos futuros, à aplicação de metodologias de gestão de ativos físicos.

Fez-se então:

- i) análise de consumos;
- ii) análise da ocupação;
- iii) Análise do custos do ciclo de vida.

5.1.1 Introdução

Neste capítulo serão apresentados os casos de estudos. Os casos de estudos foram quatro edifícios do Campus Universitário da Universidade de Aveiro, nomeadamente o Departamento de Engenharia Civil (DECivil), o Complexo Interdisciplinar de Ciências Físicas Aplicadas à Nanotecnologia e à Oceanografia (CICFANO), a Escola Superior de Saúde (ESSUA) e o Edifício das Comunicações Óticas, Comunicações Rádio e Robótica (ECOCRR). Neste capítulo analisou-se os consumos de cada edifício. Durante uma semana, realizou-se contagens de ocupantes nos edifícios de modo a relacionar os consumos com o número de ocupantes. Por fim analisou-se o custo de utilização de cada edifício durante um período de vida.

5.1.2 Metodologia

Em cada edifício foi analisado os consumos, nomeadamente consumos relativos à componente hídrica e energética, às manutenções, e à custos de aquisição das redes que dizem respeito a esses consumos e manutenções. De modo a entender como estes consumos variam com o número de ocupantes de cada edifício, tentou-se entender de que modo é que a taxa de ocupação de um edifício influencia os consumos e custos do mesmo.

A metodologia para a elaboração dos gráficos de análise dos consumos teve como base o artigo “ *Statistical Analysis of Water Consumption Pattern in University Buildings*”, com autoria de Inês C.Meireles, Vitor Sousa e Armando Silva-Afonso, publicado em 2014.

Na análise dos consumos é possível identificar-se possíveis padrões distintos de consumo de água, eletricidade e gás, entre dias úteis e fins de semana e entre os vários períodos do calendário académico. Foram identificados sete períodos de calendário distintos: i) intervalos; ii) aulas; iii) exames; iv) interrupções; v) dissertações, vi) férias e vii) feriados. (Meireles, I., Sousa, V., Silva, A., 2014). Os feriados foram excluídos. A distinção entre intervalos e interrupções é que os primeiros ocorrem antes de um período de exames, enquanto os últimos são usados para vários eventos académicos. A dissertação é um período antes das férias de verão dedicadas exclusivamente para apresentações de dissertações. (Meireles, I., Sousa, V., Silva, A., 2014)

A análise dos consumos foi feita anualmente, separando os dias da semana do fim de semana. Nesta análise excluiu-se todos os feriados que coincidem com o período de aulas.

Para a obtenção da taxa de ocupação dos edifícios estudados apresentados no Capítulo 11, elaborou-se várias metodologias. Para os edifícios de DECivil a metodologia adotada focou-se na distribuição de uma folha presente no Anexo E que foi distribuída pelas salas. Esta folha servia para os docentes das disciplinas preencherem, foi ainda elaborada uma folha de contagens apresentada no Anexo F. Para a obtenção da taxa de ocupação do edifício CICFANO a metodologia adotada foi a folha apresentada no Anexo F. Para a obtenção da taxa de ocupação do edifício ESSUA seguiu-se a mesma metodologia do departamento DECivil tendo sido executado uma contagem de entradas e saídas no exterior (Anexo G). Por fim a obtenção da taxa de ocupação do edifício ECOCRR foi cedida pelos Serviços Técnicos da Universidade de Aveiro que dispõem da informação deste edifício informaticamente. A análise da taxa de ocupação teve como duração uma semana, de 15/05/2017 a 19/05/2017. Na ESSUA as contagens exteriores (Anexo G) foram elaboradas de manhã das 8:30h às 9:30h e de tarde das 13:30h às 14:30h. As contagens interiores na ESSUA (Anexo F) e as folhas distribuídas pelas salas (Anexo E) foram elaboradas de manhã às 8:30h e de tarde às 13:30h. No DECivil as contagens interiores (Anexo F) foram elaboradas de manhã às 9:30h e de tarde às 14:30h e as folhas distribuídas pelas salas (Anexo E) foram distribuídas de manhã às 8:00h e de tarde às 13:00h. No CICFANO as contagens interiores (Anexo F) foram elaboradas de manhã às 9:30h e de tarde às 15h. No

edifício ECOARR não foi feita amostragem uma vez que os dados estão disponíveis em formato digital.

5.2 DECivil

5.2.1 Introdução

O Departamento de Engenharia Civil (DECivil) é o departamento número 28 do Campos UA, é um edifício misto que contém salas para atividades letivas, gabinetes para docentes, gabinetes de investigação, laboratórios e uma oficina. No presente edifício estudou-se os consumos de água, eletricidade e gás. Os dados de consumo de energia são obtidos por um sistema de telemetria que envia o consumo horário do edifício. A análise destes consumos foi anual e o período de análise foi do ano 2010 a 2017.



Figura 34 - Localização do DECivil (adaptado de Google,2017).

5.2.2 Resultados e Discussão dos consumos de água

Os dados foram analisados excluindo os valores atípicos de modo a ser possível identificar padrões de consumo de água estatisticamente distintos, recorrendo a técnicas de análise usando a classificação de árvore obtida através do CHAID (*Chi-squared Automatic Interaction Detector*), Fig.35, e CRT (*Classification and Regression Trees*), Fig. 36, usando o software SPSS.



Figura 35 - Classificação de árvore usando o método CHAID .

O método CHAID identificou 8 nós (Figura 35). Ambos os métodos fazem a distinção entre dias da semana e fins de semana. Durante os dias da semana o método CHAID faz a distinção entre sexta-feira e os restantes dias da semana e entre os fins de semana faz a distinção entre sábado e domingo. O método CRT faz a diferença entre os dias da semana e os fins de semana. Para os dias da semana, o método CRT diferencia padrões de consumo de água durante as aulas, interrupções, intervalos e períodos de dissertações, enquanto o método CHAID apenas identifica padrões de consumo para os dias de aula.

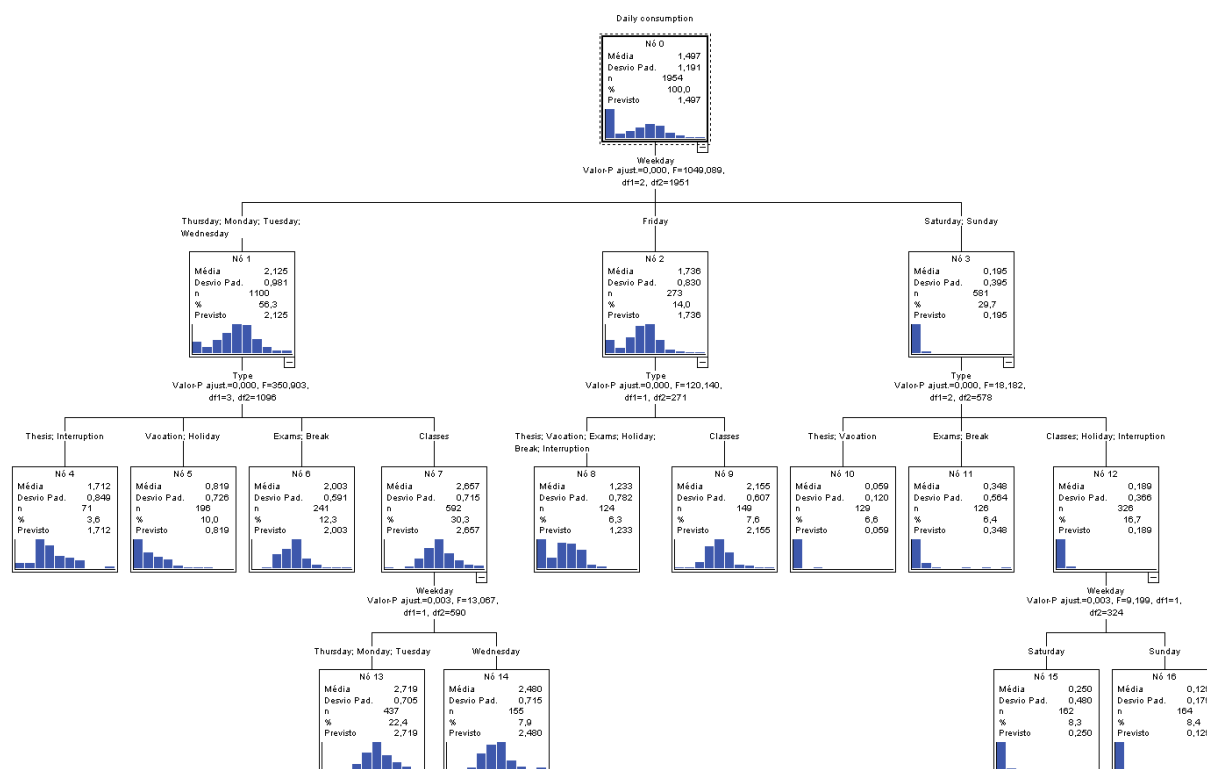


Figura 36 - Classificação de árvore usando o método CRT.

As diferenças entre os dois métodos resultam da própria natureza do método, uma vez que o método CHAID escolhe uma variável independente que possui uma interação mais forte com a variável dependente, permitindo assim várias divisões entre os nós, enquanto o método CRT tenta homogeneizar os dados dentro dos nós, permitindo apenas divisões duplas em cada nó (Meireles, I., Sousa, V., Silva, A., 2014).

Comparando as diferenças é possível observar que a média do consumo de água é semelhante, notando-se uma diferença entre os desvios padrões. Após análise dos resultados obtidos pelas árvores dos diferentes métodos, o método CHAID parece fornecer os resultados que mais se adequam ao consumo de água do DECivil, para fins de interpretação.

Na Figura 37 é apresentado os registos diários da amostra que teve como base para a obtenção dos resultados do CHAID. Neste gráfico dividiu-se esta amostra em sete períodos escolares indicados na metodologia.

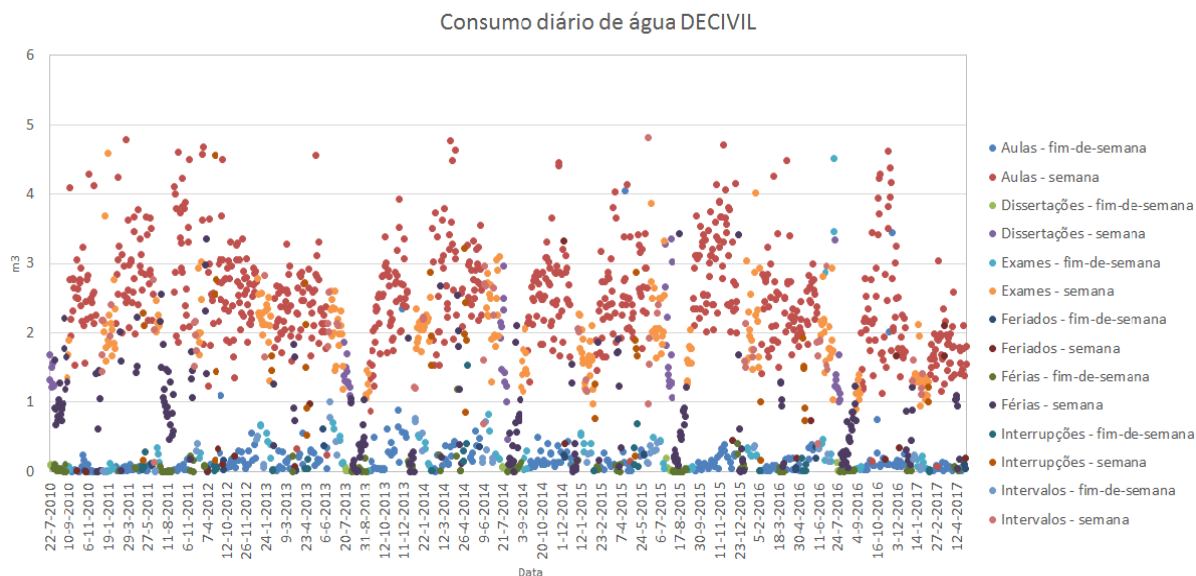


Figura 37 - Consumo diário de água do edifício DECivil.

Após a análise da Figura 37, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (1.93 m^3), no período de dissertações (1.26 m^3), no período de exames (1.55 m^3), no período de feriados (0.39 m^3), no período das férias (0.54 m^3), no período de interrupções (0.96 m^3) e no período de intervalos (1.24 m^3). Ainda é de se salientar que o consumo médio diário de água foi de 1.50 m^3 .

Na Figura 38 apresenta-se o consumo mensal de água dos anos de medições disponíveis:

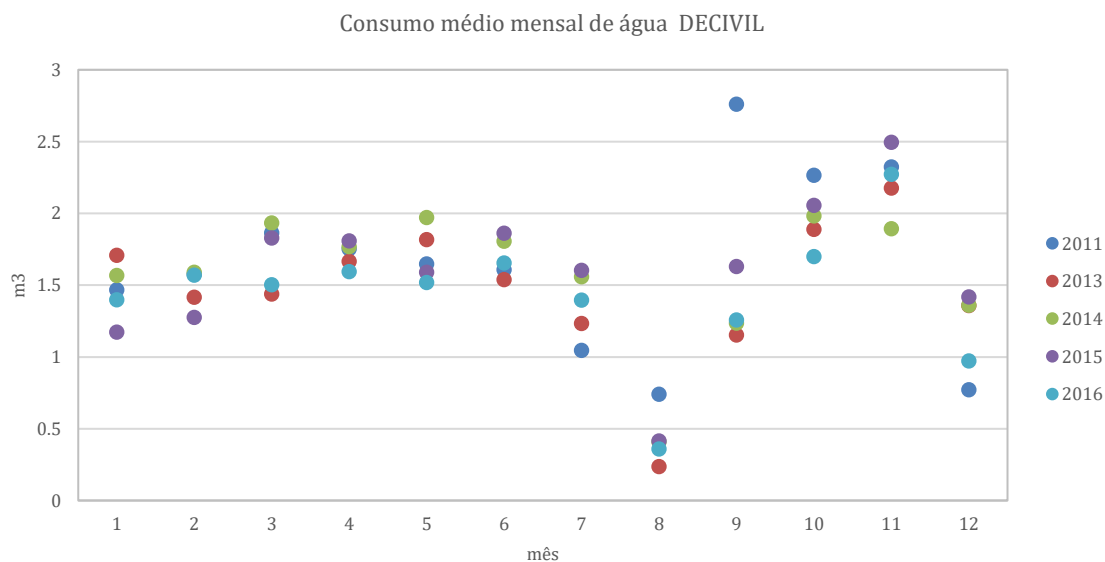


Figura 38 - Consumo mensal de água do edifício DECivil.

Analisando o consumo por mês de cada ano (Figura 38), observa-se que o mês de agosto e de dezembro constituem menos consumo de água como era de esperar, esta quebra de consumo deve-se ao período de férias.

5.2.1 Resultados e Discussão dos consumos de eletricidade

Na Figura 39 apresenta-se os consumos diários de eletricidade do edifício DECivil divididos em sete intervalos que se dividem em dois subintervalos respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

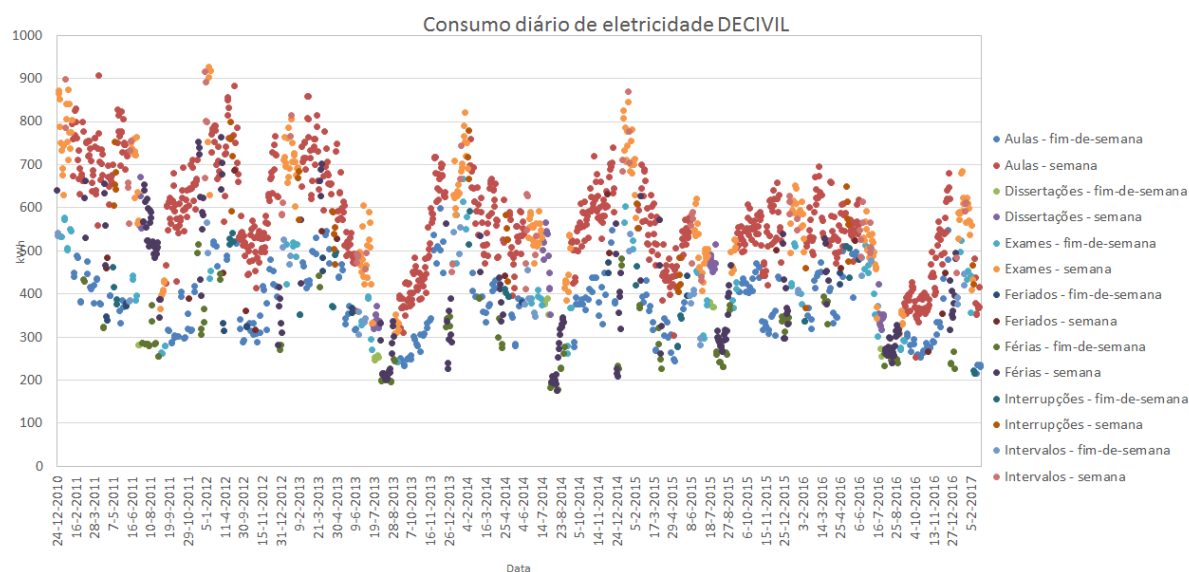


Figura 39 - Consumo diário de eletricidade do edifício DECivil.

Após a análise da Figura 39, verificou-se os seguintes consumos médios diários de eletricidade: no período de aulas (523.4 kWh), no período de dissertações (410.6 kWh), no período de exames (552.7 kWh), no período de feriados (427.2 kWh), no período das férias (359.8 kWh), no período de interrupções (514.12 kWh) e no período de intervalos (538.5 kWh). Ainda é de se salientar que o consumo médio diário de eletricidade foi de 499kWh. Na Figura 40 apresenta-se o consumo mensal de eletricidade dos anos de medições disponíveis:

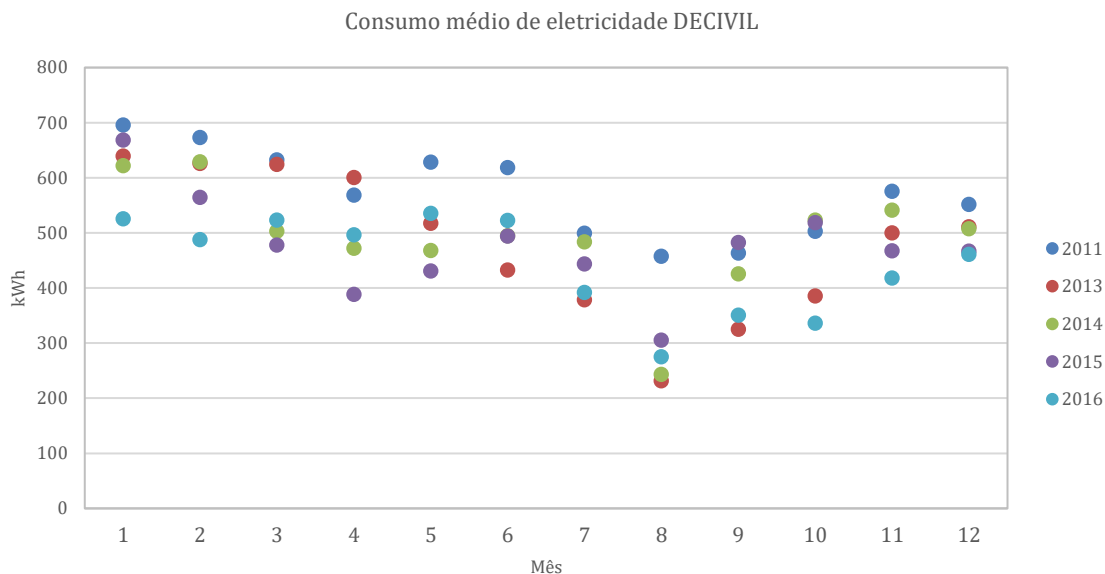


Figura 40 - Consumo mensal de eletricidade do edifício DECivil.

Observa-se que no mês de agosto o consumo decresce bastante, coincidindo com o período de férias.

5.2.1 Resultados e Discussão dos consumos de gás

Na Figura 41 apresenta-se os consumos diários de eletricidade do edifício DECivil divididos em sete intervalos que se dividem dois subintervalos respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

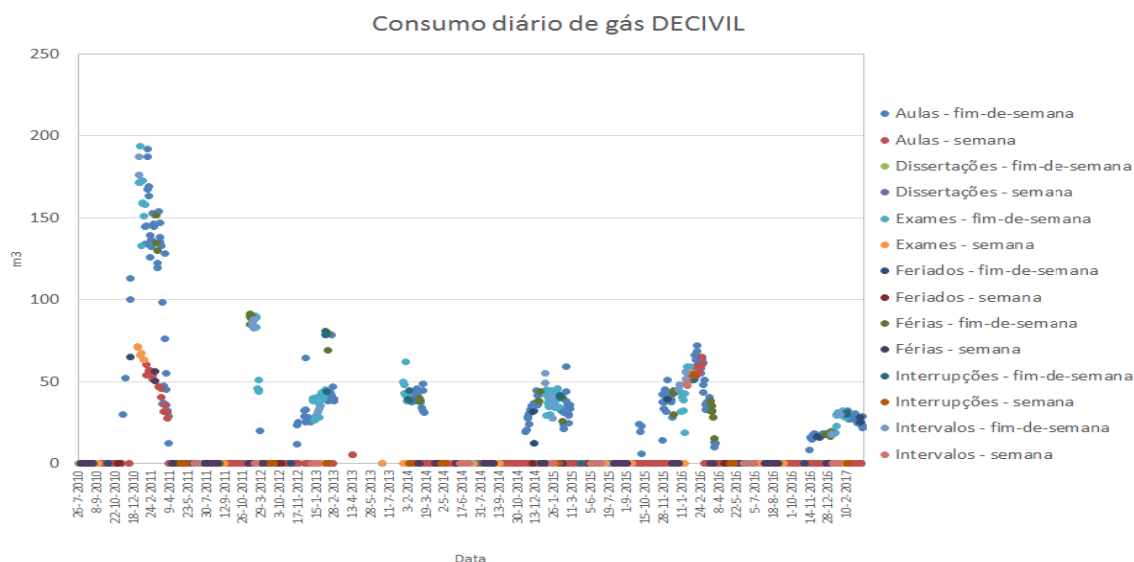


Figura 41 - Consumo diário de gás do edifício DECivil.

Como o consumo de gás ocorre apenas em alguns meses, na Figura 42 apresenta-se o consumo médio de gás por mês dos anos de contagem.

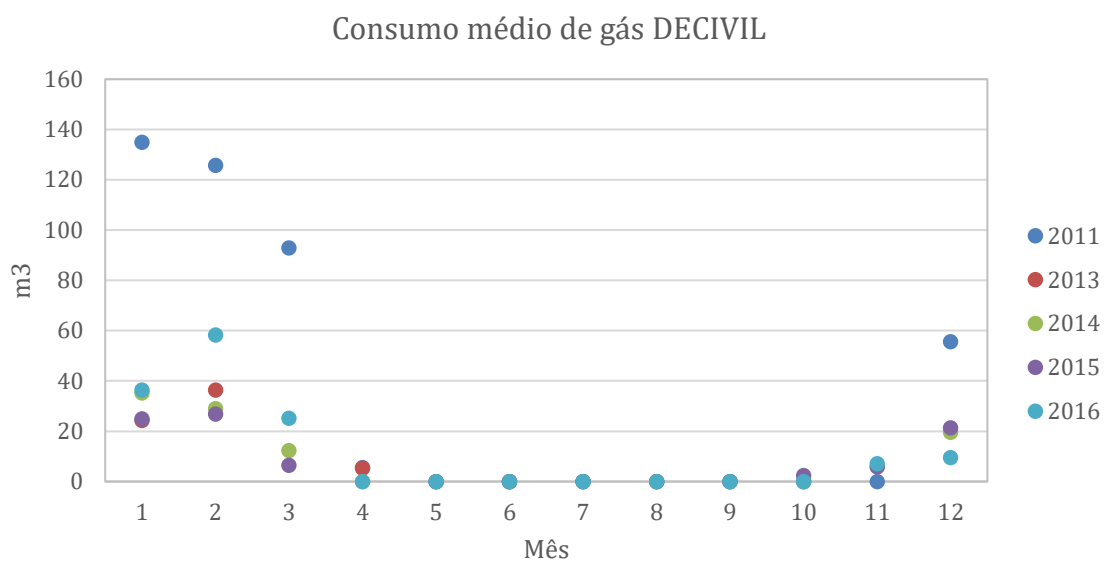


Figura 42 - Consumo mensal de gás do edifício DECivil.

Após a análise da Figura 42 apenas existe consumos significativos de dezembro a março, nota-se ainda que no ano de 2011 o consumo foi mais elevado no que nos restantes anos.

5.2.1 Análise da taxa de ocupação com os consumos

Após a análise do consumo de água procedeu-se à análise da taxa de ocupação, de modo a conseguir-se relacionar o consumo de água e eletricidade com o número de pessoas presente no DECivil. Para a obtenção da taxa de ocupação procedeu-se às contagens de pessoas no interior do edifício, nomeadamente presentes nas salas de aula, gabinetes, laboratórios e salas de estudo, nos dias úteis da semana de 15 de maio. Para a determinação do número de pessoas nas salas de aulas procedeu-se à recolha das folhas entregues no intervalo referido na metodologia. Nem todas as folhas deixadas nas salas de aula foram preenchidas. Deste modo procedeu-se à determinação da relação entre o número de inscritos na unidade curricular e o número de presentes nas aulas das primeiras horas da manhã e da tarde. Obteve-se uma taxa de presença média de 67.27% nas aulas lecionadas no DECivil. Através desta taxa de presença foi possível especular o número de presentes nas aulas onde não houve preenchimento das folhas. Os resultados detalhados são apresentados no Anexo H.

Analisando o consumo de água da semana de estudo durante o período de aulas obteve-se os resultados apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Consumo de água durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.

	Dia 15 (m³)	Dia 16 (m³)	Dia 17 (m³)	Dia 18 (m³)	Dia 19 (m³)
8h	0	0	0	0	0
9h	0	0	0.04	0	0
10h	0.01	0.04	0.13	0.1	0.01
11h	0.08	0.04	0.06	0.09	0.13
12h	0.08	0.09	0.09	0.05	0.14
13h	0.13	0.39	0.09	0.21	0.13
14h	0.16	0.05	0.11	0.11	0.11
15h	0.16	0.06	0.17	0.08	0.11
16h	0.11	0.16	0.14	0.2	0.17
17h	0.26	0.1	0.17	0.16	0.1
18h	0.1	0.19	0.13	0.21	0.22
19h	0.15	0.35	0.16	0.12	0.13
Total	1.24	1.47	1.29	1.33	1.25
				Total Semanal (m³)	6.58

O consumo de água, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio a 19 de maio, no Departamento de Engenharia Civil foi de 1.53 m³.

Na Tabela 26 é apresentado o número de presentes nos gabinetes, salas de estudo, oficinas e laboratórios.

Tabela 26 - Contagens do número de pessoas nos gabinetes, salas de estudo, oficinas e laboratórios

Contagens	Dia 15		Dia 16		Dia 17		Dia 18		Dia 19	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Gabinetes	5	6	7	9	3	6	4	12	12	10
Gabinetes Bolseiros/Doutoramento	14	5	7	6	7	5	7	11	15	12
Salas de estudo	3	2	6	14	5	24	1	9	38	3
Oficinas/Salas de ensaio/Laboratórios	0	5	4	6	2	2	2	1	3	3
Soma	22	18	24	35	17	37	14	33	68	28
Média	20		30		27		24		48	

Na Tabela 27 apresenta-se o número de pessoas em aulas das 8 às 19h:

Tabela 27 - Número de pessoas em aulas durante a semana de estudo.

Aulas	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18	Dia 19
8h-11h	53	98	111	112	95
11h-14h	50	64	54	74	41
14h-16h	119	66	0	102	177
16h-19h	78	111	0	89	119
Média	75	85	41	94	108

Em seguida, na Tabela 28, relaciona-se o consumo de água na semana de estudo com o número de pessoas no edifício DECivil.

Tabela 28 -Consumo de água por pessoa, DECivil.

Semana de estudo	Consumo diário (m³/dia) (8h às 19h)	Consumo diário (m³/dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (m³/dia/pessoa)	Consumo unitário (l/dia/pessoa)
15 de maio	1.24	0.32	95	0.013	13.05
16 de maio	1.47	0.3	114	0.013	12.87
17 de maio	1.29	0.33	68	0.019	18.90
18 de maio	1.33	0.3	118	0.011	11.30
19 de maio	1.25	0.28	156	0.008	8.01
Média	1.32	0.31	110	0.013	12.8

Para o cálculo do consumo unitário, é contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da soma das médias da Tabelas 27 e 28, obtendo assim em cada dia, o número médio de pessoas no edifício.

Analisando agora o consumo de eletricidade durante a semana de estudo, obteve-se a seguinte Tabela 30:

Tabela 29 - Consumo de eletricidade durante o período de aulas.

	Dia 15 (kWh)	Dia 16 (kWh)	Dia 17 (kWh)	Dia 18 (kWh)	Dia 19 (kWh)
8h	8.8	10.4	9.6	10.4	9.6
9h	8.8	10.4	10.4	9.6	9.6
10h	12	11.2	12	11.2	12
11h	16.8	18.4	18.4	16.8	15.2
12h	18.4	20.8	20	16.8	20
13h	20	20	20	21.6	20
14h	18.4	19.2	18.4	19.2	17.6
15h	16.8	16.8	16	15.2	16.8
16h	18.4	20.8	17.6	21.6	20.8
17h	20.8	21.6	19.2	21.6	20
18h	20	20	18.4	20.8	19.2
19h	18.4	19.2	17.6	17.6	16
Total	197.6	208.8	197.6	202.4	196.8
				Total Semanal (kWh)	1003.2

O consumo de eletricidade, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio a 19 de maio, no Departamento de Engenharia Civil foi de 645 kWh.

Em seguida procedeu-se a mesma relação, mas para a eletricidade, apresentado na Tabela 30.

Tabela 30 - Consumo de eletricidade por pessoa, DECivil.

Semana de estudo	Consumo diário (kWh/dia) (8h às 19h)	Consumo diário (kWh/dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (kWh/dia/pessoa)
15 de maio	197.6	122.4	95	2.1
16 de maio	208.8	134.4	114.25	1.8
17 de maio	197.6	134.4	68.25	2.9
18 de maio	202.4	128	117.75	1.7
19 de maio	196.8	126.4	156	1.3
Média	200.6	129.1	110	2.0

Para o cálculo do consumo unitário, é contabilizado o consumo diário das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da soma das médias da Tabelas 27 e 28, obtendo-se assim em cada dia, o número médio de pessoas no edifício durante o período referido.

Neste caso o consumo de eletricidade fora do período de aulas é mais significativo do que o consumo de água. Relativamente ao consumo de gás durante a semana de estudo, não existiu consumo de gás.

5.3 CICFANO

5.3.1 Introdução

O Edifício Complexo Interdisciplinar de Ciências Físicas Aplicadas à Nanotecnologia e à Oceanografia (CICFANO) é o departamento número 32 do Campos UA. Este edifício encontra-se focado para uma componente laboratorial, tendo algumas peculiaridades tais como um sistema de Geotermia e Biotermia. Os consumos estudados neste edifício são a energia elétrica e a água. Os dados de consumo de energia são obtidos por um sistema de telemetria que envia o consumo horário do edifício. A análise destes consumos foi anual e o período de análise foi entre o ano 2015 a 2017.



Figura 43 - Localização do CICFANO, (adaptado de Google, 2017).

5.3.1 Resultados e discussão dos consumos de água

Na Figura 44, apresenta-se os consumos diários de água do edifício CICFANO divididos em sete intervalos que se dividem em dois subintervalos respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

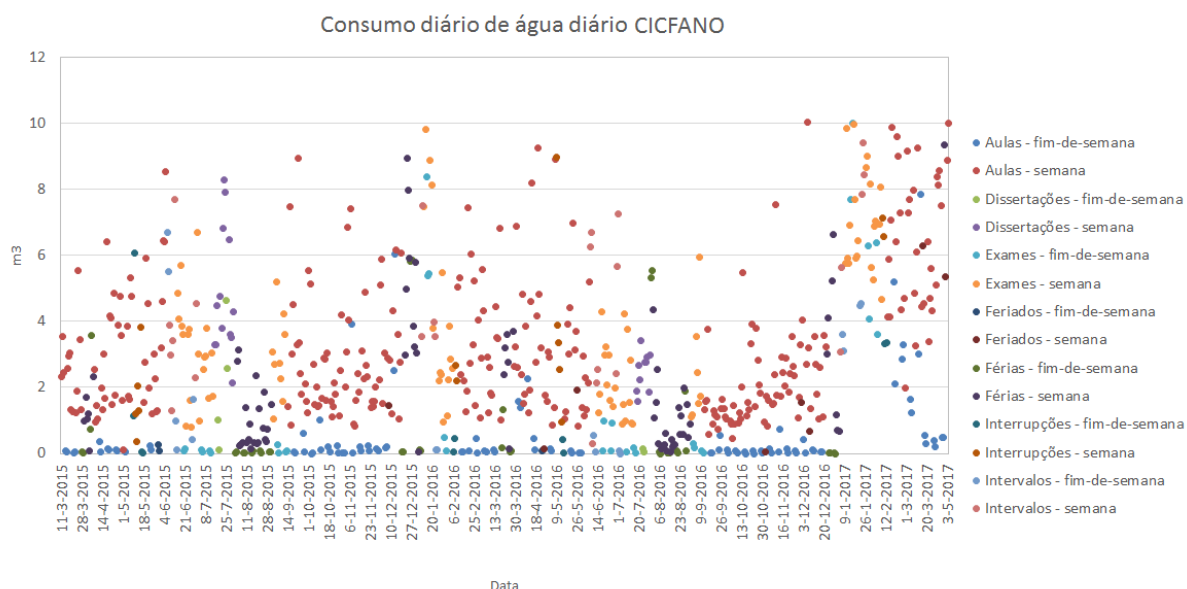


Figura 44 - Consumo diário de água do edifício CICFANO.

Após a análise da Figura 44, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (2.55 m^3), no período de dissertações (3.32 m^3), no período de exames (3.40 m^3), no período de feriados (1.50 m^3), no período das férias (1.55 m^3), no período de interrupções (2.58 m^3) e no período de intervalos (3.61 m^3). Ainda é de se salientar que o consumo médio diário de água foi de 2.61 m^3 .

Na Figura 45 apresenta-se o consumo mensal de água dos anos de medições disponíveis:

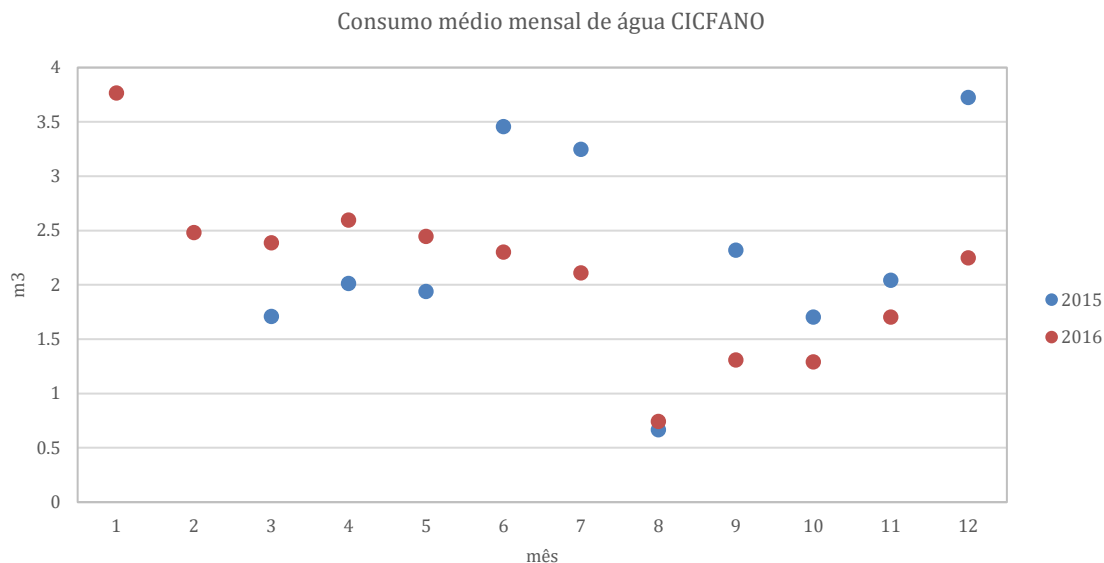


Figura 45 - Consumo mensal de água do edifício CICFANO.

Observa-se que no mês de agosto o consumo decresce bastante, coincidindo com o período de férias.

5.3.1 Resultados e discussão dos consumos de eletricidade

Na Figura 46 apresenta-se os consumos diários de eletricidade do edifício CICFANO divididos em sete intervalos que se dividem em dois subintervalos, respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

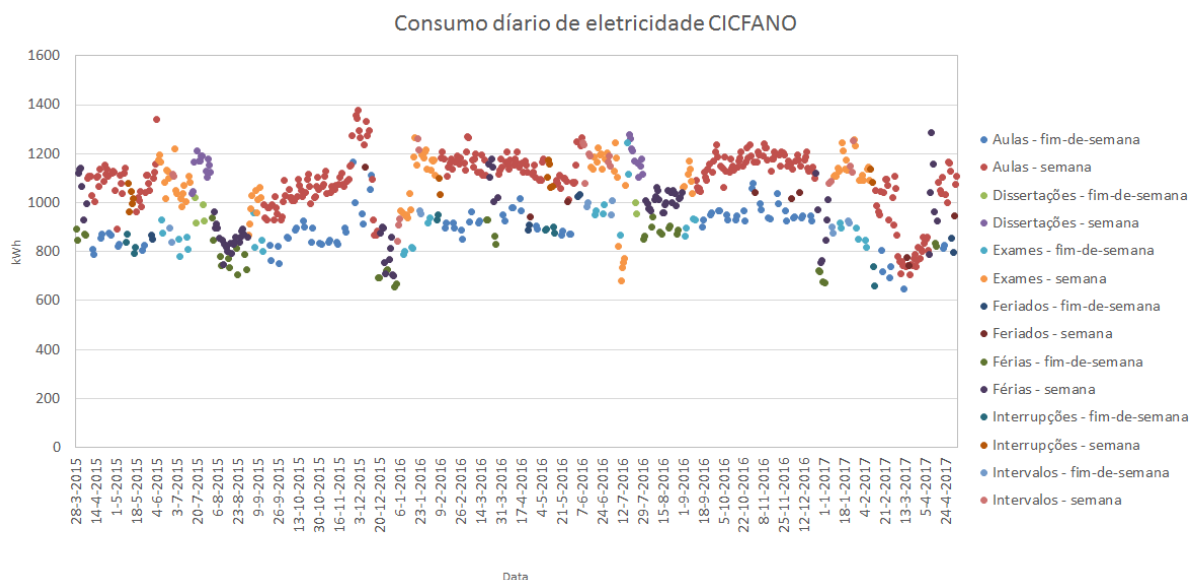


Figura 46 - Consumo diário de eletricidade do edifício CICFANO.

Após a análise da Figura 46, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (1043.8 kWh), no período de dissertações (1121.4 kWh), no período de exames (1038.6 kWh), no período de feriados (933.9 kWh), no período das férias (899.7 kWh), no período de interrupções (967.8 kWh), e no período de intervalos (1018.1 kWh). Ainda é de se salientar que o consumo médio diário de eletricidade foi de 1018.1 kWh.

Na Figura 47 apresenta-se o consumo mensal de eletricidade dos anos de medições disponíveis:

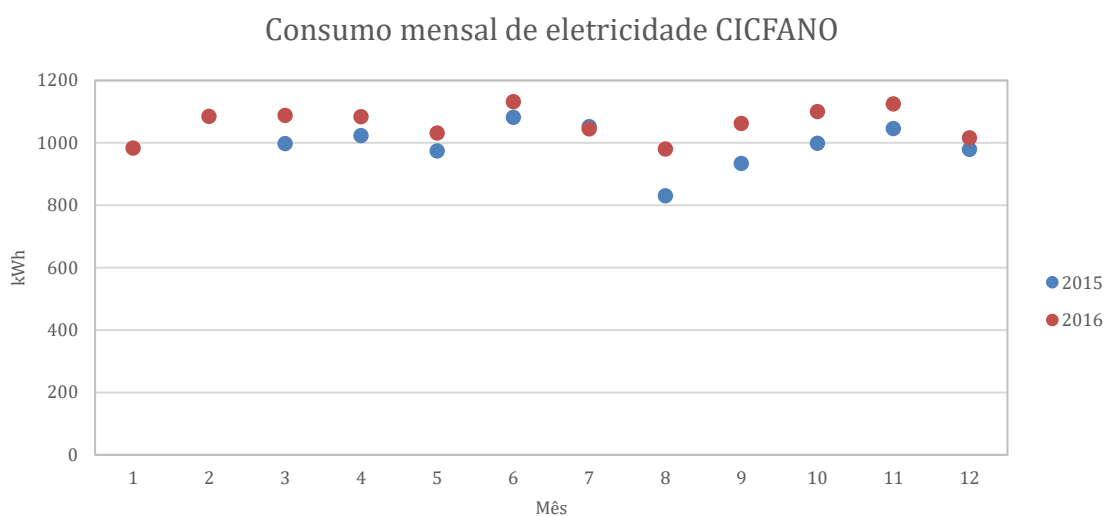


Figura 47 - Consumo mensal de eletricidade do edifício CICFANO.

Observa-se que no mês de agosto o consumo decresce ligeiramente.

5.3.2 Análise da taxa de ocupação com os consumos

O CICFANO é um edifício focado para a componente de investigação, a contagem do número de ocupantes do edifício elaborou-se sempre no mesmo horário às 9:30h e às 15h, durante a semana de estudo. Para esta contagem, considerou-se o total de ocupantes no edifício nas horas de contagem. O número de ocupantes deste edifício não varia muito devido à característica deste edifício.

O consumo durante a semana de estudo é apresentado na Tabela 31.

Tabela 31 - Consumo de água durante o período aulas nos dias de semana de 15 de maio.

	Dia 15 (m³)	Dia 16 (m³)	Dia 17 (m³)	Dia 18 (m³)	Dia 19 (m³)
8h	0.49	0.49	0.53	0.54	0.55
9h	0.5	0.49	0.59	0.53	0.5
10h	0.58	0.46	0.83	0.66	0.52
11h	0.61	0.48	0.87	0.86	0.5
12h	0.74	0.55	0.72	0.79	0.57
13h	1.01	0.71	1.1	0.92	0.73
14h	0.9	0.5	0.97	0.91	0.83
15h	1.05	0.46	0.81	0.78	0.53
16h	1.02	0.56	1.03	1.02	1.01
17h	0.83	0.51	0.7	0.87	1.19
18h	0.53	0.55	0.54	0.99	0.53
19h	0.48	0.52	0.57	0.71	0.57
Total	8.74	6.28	9.26	9.58	8.03
Total Semanal (m³)					41.89

O consumo de água, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio a 19 de maio, no Edifício Complexo Interdisciplinar de Ciências Físicas Aplicadas à Nanotecnologia e à Oceanografia foi de 30.07 m³.

Na Tabela 32 é apresentado o número de presentes nos gabinetes, salas de estudo, oficinas e laboratórios.

Tabela 32 - Contagens do número de pessoas nos gabinetes, salas de estudo, oficinas e laboratórios

Contagens	Dia 15		Dia 16		Dia 17		Dia 18		Dia 19	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Gabinetes	1	3	6	0	0	0	4	1	2	1
Salas de estudo	5	4	7	23	16	16	8	23	12	7
Oficinas/Salas de ensaio/Laboratórios	26	28	26	12	37	37	26	13	23	20
Soma	32	35	39	35	53	53	38	37	37	28
Média	34		37		53		38		33	

Em seguida, na Tabela 33, relaciona-se o consumo de água na semana de estudo com o número de pessoas no edifício CICFANO.

Tabela 33 - Consumo de água por pessoa, CICFANO.

Semana de estudo	Consumo diário (m ³ /dia) (8h às 19h)	Consumo diário (m ³ /dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (m ³ /dia/pessoa)	Consumo unitário (l/dia/pessoa)
15 de maio	8.74	5.52	34	0.26	260.9
16 de maio	6.28	5.83	37	0.17	169.7
17 de maio	9.26	6.06	53	0.17	174.7
18 de maio	9.58	6.27	38	0.25	255.5
19 de maio	8.03	6.39	33	0.25	247.1
Média	8.4	6.01	39	0.22	221.6

Para o cálculo do consumo unitário, é apenas contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da média da Tabelas 33, obtendo assim em cada dia, o número médio de pessoas no edifício. Como este edifício vocacionado para a atividade laboratorial, não existiu aulas na semana de estudo, observa-se ainda, que os consumos de água fora do período de aulas (das 20h às 7h) é significativo.

Analisando agora o consumo de eletricidade durante a semana de estudo, obteve-se a seguinte Tabela 34:

Tabela 34 - Consumo de eletricidade durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.

	Dia 15 (kWh)	Dia 16 (kWh)	Dia 17 (kWh)	Dia 18 (kWh)	Dia 19 (kWh)
8h	39.7	39.5	42.6	39.3	38.3
9h	41.3	38.6	44.1	40.9	39
10h	45.2	41.6	46.2	44.9	42.4
11h	52.2	48.5	51.4	56.7	50.1
12h	57.7	52.5	56.7	88.7	53.5
13h	60.3	55.3	57.7	86.8	54.5
14h	62.7	54	56.6	70.7	50.5
15h	59.4	53	55	61.2	48.7
16h	60.2	58.9	56.1	68.4	50.3
17h	60.5	58.8	55	83	51
18h	60.5	60.9	53.7	53.9	50.1
19h	54.4	58.8	52.5	51.5	50.1
Total	654.1	620.4	627.6	746	578.5
				Total Semanal (kWh)	3226.6

O consumo de eletricidade, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio a 19 de maio, no Edifício Complexo Interdisciplinar de Ciências Físicas Aplicadas à Nanotecnologia e à Oceanografia foi de 2530.2 kWh.

Em seguida, na Tabela 35, relaciona-se o consumo de eletricidade na semana de estudo com o número de pessoas no edifício CICFANO.

Tabela 35 - Consumo de eletricidade por pessoa, CICFANO.

Semana de estudo	Consumo diário (kWh/dia) (8h às 19h)	Consumo diário (kWh/dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (kWh/dia/pessoa)
15 de maio	654.1	476.2	34	19.5
16 de maio	620.4	523.4	37	16.8
17 de maio	627.6	518	53	11.8
18 de maio	746	496.4	38	19.9
19 de maio	578.5	516.2	33	17.8
Média	645.3	506.04	39	17.17

Para o cálculo do consumo unitário, é apenas contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da média da Tabelas 33. Observa-se, que consumo de eletricidade fora do período de aula é significativo.

5.4 ESSUA

5.4.1 Introdução

O Edifício Escola Superior de Saúde (ESSUA), é o departamento número 30 do Campos UA. É um edifício misto que contém salas para atividades letivas, gabinetes para docentes, gabinetes de investigação e laboratórios. Este edifício tem algumas peculiaridades tais como um sistema de Geotermia. Os consumos estudados neste edifício são a energia elétrica e a água. Os dados de consumo de energia são obtidos por um sistema de telemetria que envia o consumo horário do edifício. A análise destes consumos foi anual e o período de análise foi do ano 2015 a 2017.



Figura 48 - Localização do CICFANO, (adaptado de Google, 2017).

5.4.2 Resultados e discussão dos consumos de água

Na Figura 49 apresenta-se os consumos diários de água do edifício ESSUA, divididos em sete intervalos que se dividem dois em subintervalos respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

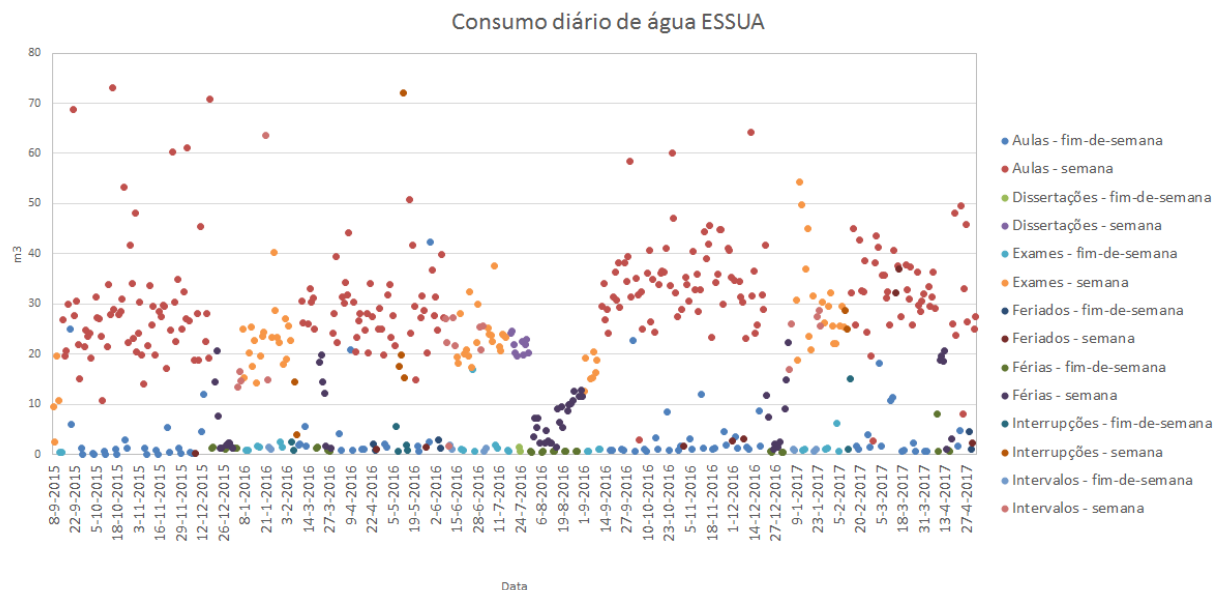


Figura 49 - Consumo diário de água do edifício ESSUA.

Após a análise da Figura 49, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (24.1 m^3), no período de dissertações (18.4 m^3), no período de exames (17.9 m^3), no período de feriados (6.29 m^3), no período das férias (5.6 m^3), no período de interrupções (14.1 m^3) e no período de intervalos (15.4 m^3). Ainda é de se salientar que o consumo mais elevado diz respeito ao consumo no período de aulas durante a semana, obtendo um valor médio diário de 31.5 m^3 . O consumo médio diário de água foi de 19 m^3 .

Na Figura 50, apresenta-se o consumo mensal de água dos anos de medições disponíveis:

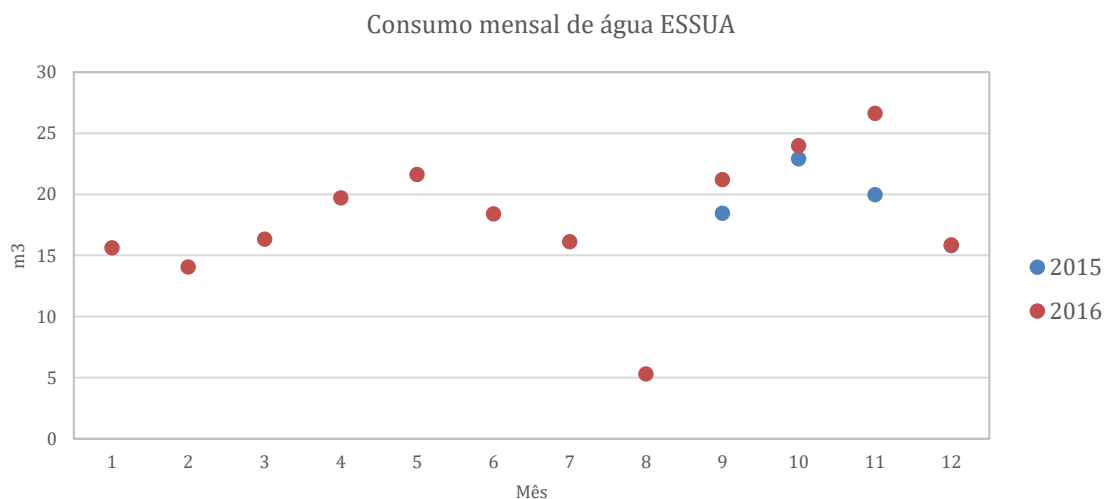


Figura 50 - Consumo mensal de água do edifício ESSUA.

É visível que no mês de agosto o consumo decresce bastante, concluindo-se que se deve ao período de férias.

5.4.3 Resultados e discussão dos consumos de eletricidade

Na Figura 51, apresenta-se os consumos diários de eletricidade do edifício ESSUA divididos em sete intervalos que se dividem em dois subintervalos, respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

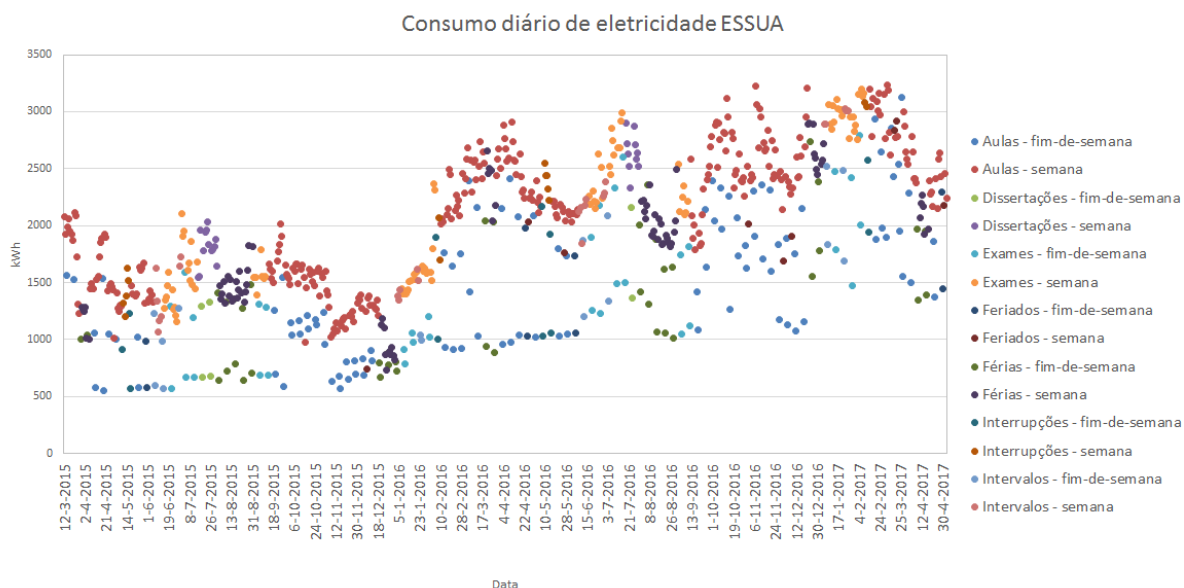


Figura 51 - Consumo diário de eletricidade do edifício ESSUA.

Após a análise da Figura 51, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (1944.4 kWh), no período de dissertações (1980.3 kWh), no período de exames (1935.4 kWh), no período de feriados (1717.4 kWh), no período das férias (1647.4 kWh), no período de interrupções (1809.1 kWh), e no período de intervalos (1777.1 kWh). Conclui-se assim que o consumo mais elevado diz respeito ao consumo no período de dissertações durante a semana, tendo um valor médio diário de 2170.7 kWh, e o consumo médio diário de eletricidade sendo de 1878.2 kWh.

Na Figura 52, apresenta-se o consumo mensal de eletricidade dos anos de medições disponíveis:

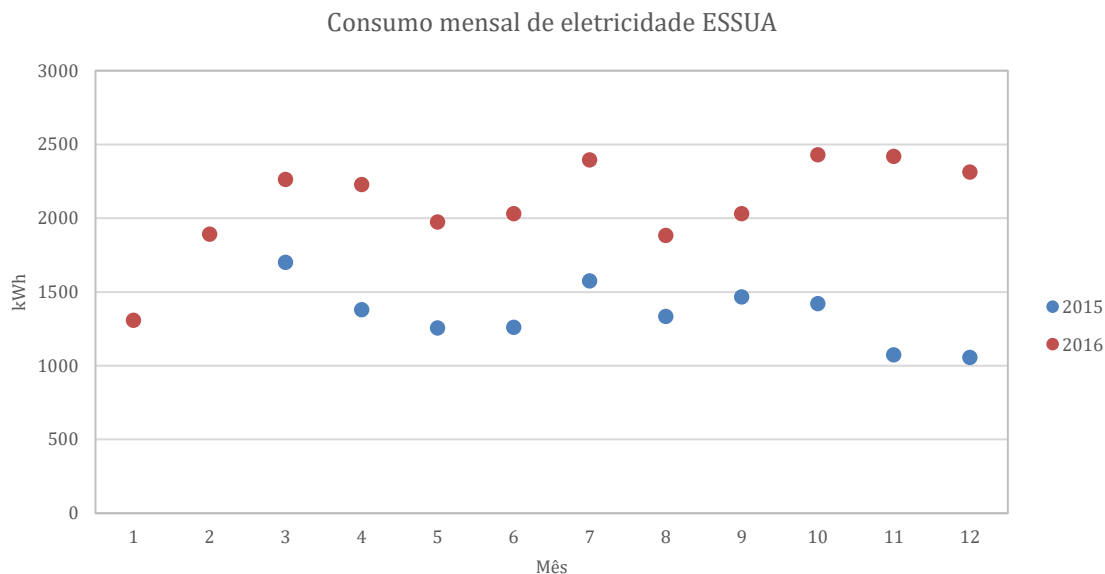


Figura 52 - Consumo mensal de eletricidade do edifício ESSUA.

Observa-se que no ano de 2016 o consumo de energia é mais elevado do que no ano de 2015.

5.4.4 Análise da taxa de ocupação com os consumos

Após a análise do consumo de água procedeu-se à análise da taxa de ocupação, de modo a conseguir-se relacionar o consumo de água e eletricidade com o número de pessoas presente na ESSUA. Para a obtenção da taxa de ocupação procedeu-se às contagens de pessoas no interior do edifício e contagens de entradas e saídas no exterior

Tabela 36 - Consumo de água durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.

8h	Dia 15 (m³)	Dia 16 (m³)	Dia 17 (m³)	Dia 18 (m³)	Dia 19 (m³)
9h	0	0	0	0	0
10h	0	0	0	0	0.2
11h	0.1	0.2	0	0.1	0.4
12h	0.6	1.5	0.6	0.6	0.5
13h	1.3	2.4	2.8	1.8	2.7
14h	2	3	2.7	3.3	4.5
15h	5	4.6	3.8	1.5	3
16h	3.3	2.1	2.6	1.5	6.1
17h	4.4	4.1	2.6	2.4	2.7
18h	4	1.7	2.4	0.9	3.2
19h	2	1.5	4.1	3.9	2
Total	2.3	1.5	1.2	1.8	2.7
	25	22.6	22.8	17.8	28
	Total Semanal (m³)				116.2

O consumo de água, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio, no Edifício Escola Superior de Saúde foi de 17.2 m³.

Para o ESSUA, a contagem do número de ocupantes do edifício elaborou-se de manhã das 8:30h às 9:30h e de tarde das 13:30h às 14:30h, esta contagem é o total dos ocupantes que se encontravam no edifício durante o período de amostra. A contagem de entradas e saídas do edifício no horário definido teve intervalos de quinze em quinze minutos. Deste modo apresenta-se a Tabela 37:

Tabela 37 - Número de pessoas no edifício durante a semana de estudo.

	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18	Dia 19
Hora	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº
	Pessoas	Pessoas	Pessoas	Pessoas	Pessoas
08:30	35	12	120	30	25
08:45	76	23	134	40	56
09:00	95	53	194	81	84
09:15	117	188	263	106	92
09:30	130	231	300	144	109
13:30	63	62	54	41	46
13:45	107	84	90	59	62
14:00	131	112	190	74	94
14:15	203	164	218	153	128
14:30	217	270	233	182	144
Média	117	120	180	91	84

Em seguida, na Tabela 38, relaciona-se o consumo de água na semana de estudo com o número de pessoas no edifício ESSUA.

Tabela 38 - Consumo de água por pessoa, ESSUA.

Semana de estudo	Consumo diário (m³/dia) (8h às 19h)	Consumo diário (m³/dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (m³/dia/pessoa)	Consumo unitário (l/dia/pessoa)
15 de maio	25	5	117	0.21	213.68
16 de maio	22.6	2.6	120	0.18	188.33
17 de maio	22.8	2.3	180	0.12	126.67
18 de maio	17.8	4.1	91	0.19	195.60
19 de maio	28	3.2	84	0.33	333.33
Média	23.2	3.44	118	0.21	211.52

Para o cálculo do consumo unitário, é apenas contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da média da Tabelas 38. Observa-se que, o

consumo de água no período das 20h às 7h decresce relativamente ao período das 8h às 19h.

Analisando agora o consumo de eletricidade durante a semana de estudo, obteve-se a seguinte Tabela 39:

Tabela 39 - Consumo de eletricidade durante o período de aulas, nos dias de semana de 15 de maio.

	Dia 15 (m³)	Dia 16 (m³)	Dia 17 (m³)	Dia 18 (m³)	Dia 19 (m³)
8h	66	69	69	81	90
9h	90	90	90	99	105
10h	99	105	105	111	117
11h	111	117	126	120	120
12h	114	123	126	132	129
13h	114	129	126	129	126
14h	117	120	123	123	123
15h	111	114	120	117	114
16h	114	123	123	126	117
17h	123	123	120	129	120
18h	117	126	120	129	120
19h	111	126	123	129	114
Total	1287	1365	1371	1425	1395
				Total Semanal (m3)	6843

O consumo de eletricidade, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio a 19 de maio, no Edifício Escola Superior de Saúde foi de 4536 kWh.

Na Tabela 40, relaciona-se o consumo de eletricidade na semana de estudo com o número de pessoas no edifício ESSUA.

Tabela 40 - Consumo de eletricidade por pessoa, ESSUA.

Semana de estudo	Consumo diário (kWh/dia) (8h às 19h)	Consumo diário (kWh/dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (kWh/dia/pessoa)
15 de maio	1287	810	117	11.00
16 de maio	1365	900	120	11.38
17 de maio	1371	924	180	7.62
18 de maio	1425	927	91	15.66
19 de maio	1395	975	84	16.61
Média	1368.6	907.20	118	12.45

Para o cálculo do consumo unitário, é apenas contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da média da Tabelas 38. Observa-se, que o consumo de eletricidade fora do período de aula é significativo.

5.5 ECOCRR

5.5.1 Introdução

O Edifício das Comunicações Óticas, Comunicações Rádio e Robótica (ECOCRR) é o departamento número 33 do Campos UA. Este edifício encontra-se focado para uma componente laboratorial, tem algumas peculiaridades tais como um sistema de Geotermia e uma cobertura verde. Os consumos estudados neste edifício são a energia elétrica e a água. Os dados de consumo de energia são obtidos por um sistema de telemetria que envia o consumo horário do edifício. A análise destes consumos foi anual e o período de análise foi do ano 2015 a 2017.



Figura 53 - Localização do ECOCRR, (adaptado de Google, 2017).

5.5.1 Resultados e discussão dos consumos de água

Na Figura 54 apresenta-se os consumos diários de água do edifício ECOCRR divididos em sete intervalos que se dividem em dois subintervalos, relativos ao fim de semana e aos dias da semana.

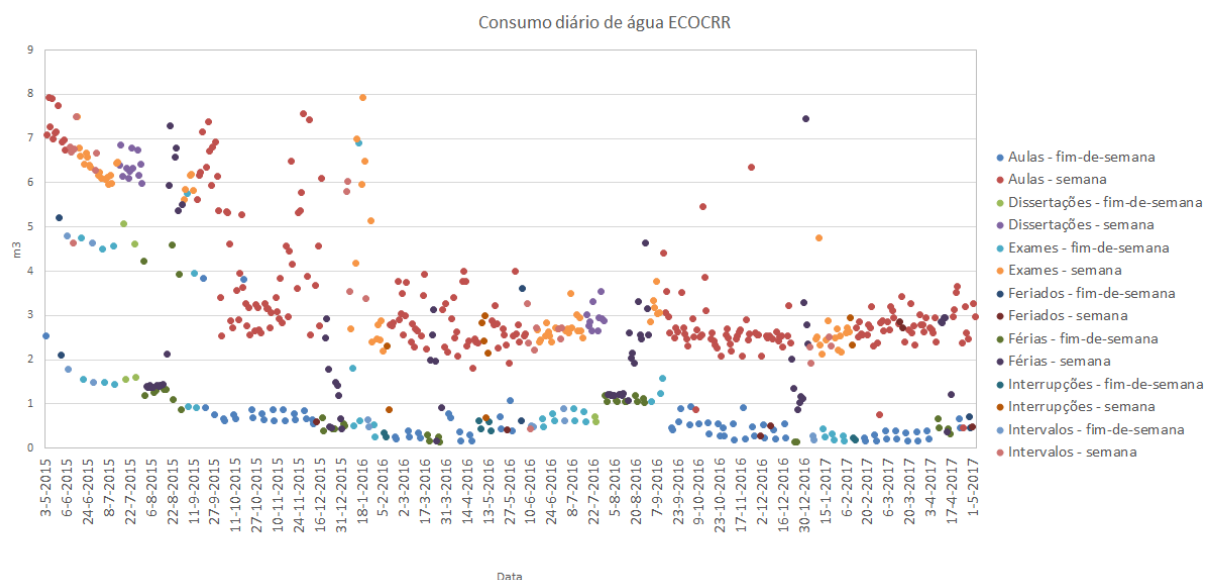


Figura 54 - Consumo diário de água do edifício ECOCRR.

Após a análise da Figura 54, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (2.67 m^3), no período de dissertações (4.29 m^3), no período de exames (3.30 m^3), no período de feriados (1.58 m^3), no período das férias (1.83 m^3), no período de interrupções (1.32 m^3) e no período de intervalos (3.11 m^3). O consumo médio diário de água foi de 2.67 m^3 .

Na Figura 60 apresenta-se o consumo mensal de água dos anos de medições disponíveis:

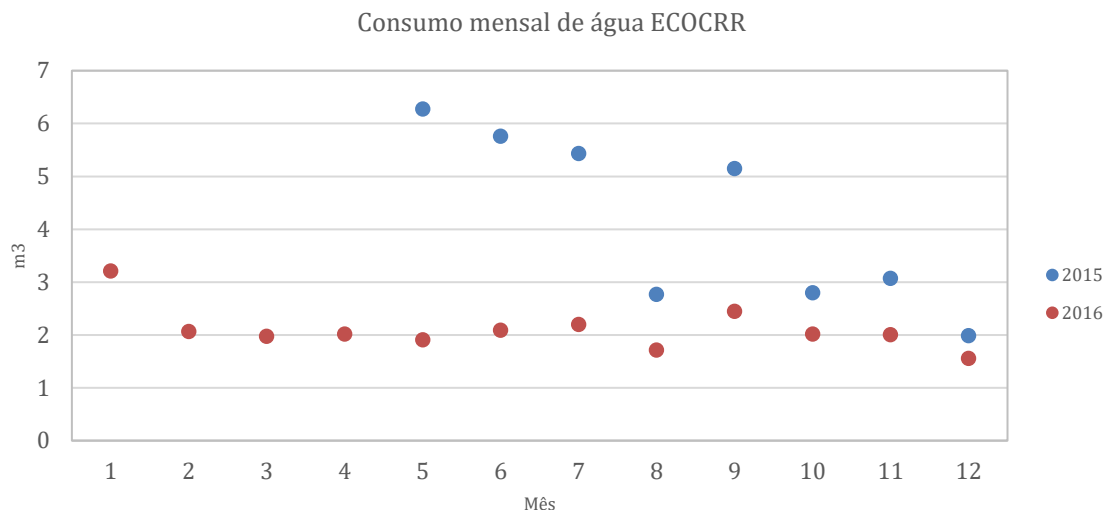


Figura 55 - Consumo mensal de água do edifício ECOCRR.

Observa-se que em 2015 os consumos de água foram superiores relativamente aos consumos em 2016.

5.5.1 Resultados e discussão dos consumos de eletricidade

Na Figura 56, apresenta-se os consumos diários de eletricidade do edifício ECOCRR divididos em sete intervalos que se dividem em dois subintervalos, respetivos ao fim de semana e aos dias da semana.

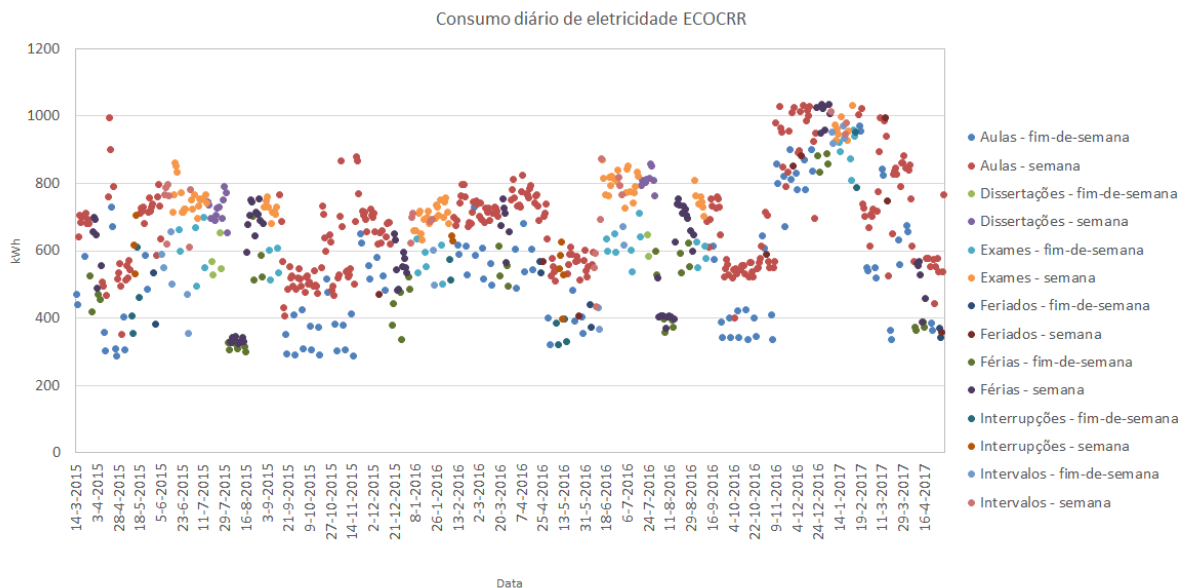


Figura 56 - Consumo diário de eletricidade do edifício ECOCRR.

Após a análise da Figura 56, verificou-se os seguintes consumos médios diários de água: no período de aulas (634.3 kWh), no período de dissertações (725.2 kWh), no período de exames (735.3 kWh), no período de feriados (554.2 kWh), no período das férias (567.5 kWh), no período de interrupções (541.2 kWh), e no período de intervalos (694.4 kWh). É de se salientar que o consumo médio diário de eletricidade foi de 641.5 kWh.

Na Figura 57, apresenta-se o consumo mensal de eletricidade dos anos de medições disponíveis.

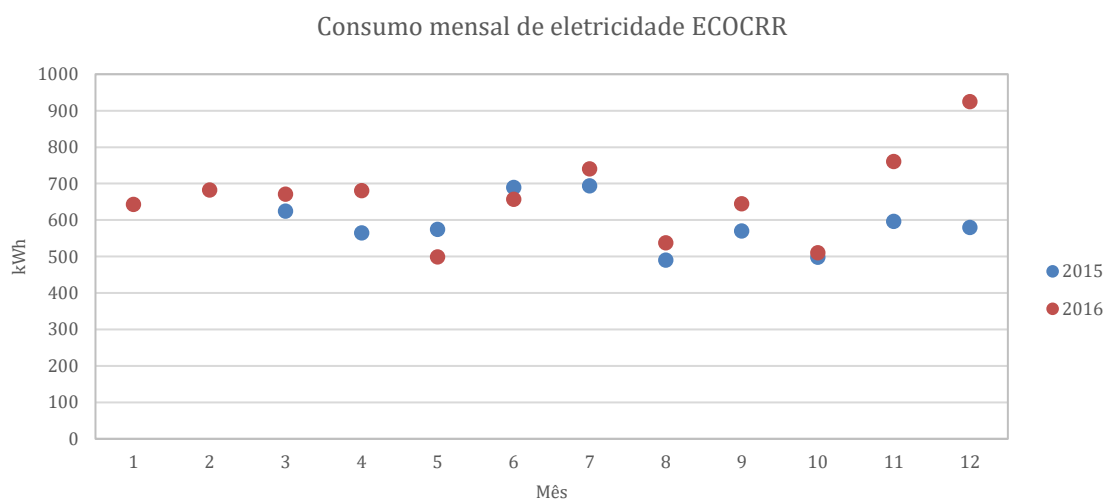


Figura 57 - Consumo mensal de eletricidade do edifício ECOCR.

Ambos os meses de consumo de 2015 e 2016 tem valores médios semelhantes, apenas dezembro em 2016 existiu um aumento do consumo de eletricidade.

5.5.2 Análise da taxa de ocupação com os consumos

No edifício ECOCR não existiu a necessidade de se realizar contagem do número de ocupantes uma vez que este edifício tem um acesso restrito e faz a contagem das entradas e saídas automaticamente.

O consumo de água durante a semana letiva de estudo é apresentado na Tabela 41.

Tabela 41 - Consumo de água na semana 15 de maio, durante o período de aulas.

	Dia 15 (m ³)	Dia 16 (m ³)	Dia 17 (m ³)	Dia 18 (m ³)	Dia 19 (m ³)
8h	0.01	0.08	0.06	0.01	0.06
9h	0	0.08	0.06	0	0.06
10h	0.02	0.08	0.07	0.01	0.07
11h	0.16	0.24	0.21	0.1	0.21

12h	0.26	0.34	0.33	0.27	0.26
13h	0.14	0.25	0.21	0.15	0.22
14h	0.2	0.24	0.23	0.13	0.17
15h	0.18	0.27	0.26	0.22	0.19
16h	0.29	0.27	0.3	0.21	0.25
17h	0.21	0.29	0.37	0.23	0.19
18h	0.36	0.26	0.25	0.22	0.19
19h	0.27	0.32	0.38	0.19	0.24
Total	2.1	2.72	2.73	1.74	2.11
Total Semanal (m³)				11.4	

O consumo de água, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio a 19 de maio, no Edifício das Comunicações Óticas, Comunicações Rádio e Robótica foi de 5.71 m³.

Como o numero de entradas e saídas é obtido informaticamente, considerou-se o numero de entradas menos o numero de saída por hora (das 8h às 19h).

Na Tabela 42 apresenta-se o número de pessoas no edifício:

Tabela 42 - Número de pessoas no edifício durante a semana de estudo.

	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18	Dia 19
Hora	Nº Pessoas	Nº Pessoas	Nº Pessoas	Nº Pessoas	Nº Pessoas
8h-10h	7	6	5	6	5
10h-11h	7	7	5	7	4
11h-12h	5	7	4	9	3
12h-13h	4	7	3	10	4
13h-14h	6	7	6	13	4
14h-15h	7	7	7	13	4
15h-16h	9	7	7	13	4
16h-17h	9	7	7	13	4
17h-18h	9	7	5	12	4
18h-19h	10	7	7	9	5
Média	7	7	6	11	4

Na Tabela 43, relaciona-se o consumo de água na semana de estudo com o número de pessoas no edifício ECOCCR.

Tabela 43 - Consumo de água por pessoa, ECOCR.

Semana de estudo	Consumo diário (m ³ /dia) (8h às 19h)	Consumo diário (m ³ /dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (m ³ /dia/pessoa)	Consumo unitário (l/dia/pessoa)
15 de maio	2.1	0.8	7	0.300	300.0
16 de maio	2.72	1.68	7	0.389	388.6
17 de maio	2.73	1.23	6	0.455	455.0
18 de maio	1.74	0.96	11	0.158	158.2
19 de maio	2.11	1.04	4	0.528	527.5
Média	2.3	1.14	7	0.37	365.8

Para o cálculo do consumo unitário, é apenas contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da média da Tabelas 43. O consumo de água das 20h as 7h é significativo.

Em seguida fez-se o mesmo para o consumo de eletricidade, presente na Tabela 44:

Tabela 44 - Consumo de eletricidade na semana de 15 de maio durante, o período de aulas.

Tabela 45 -	Dia 15 (kWh)	Dia 16 (kWh)	Dia 17 (kWh)	Dia 18 (kWh)	Dia 19 (kWh)
8h	29	23	22	31	29
9h	30	24	23	32	31
10h	32	25	25	34	32
11h	38	32	32	39	39
12h	43	36	35	44	43
13h	47	35	34	45	44
14h	48	36	33	44	43
15h	47	36	33	44	44
16h	46	38	41	46	45
17h	49	40	48	48	46
18h	38	40	52	45	46
19h	36	39	52	46	45
Total	483	404	430	498	487
				Total Semanal (kWh)	2302

O consumo de eletricidade, fora do período de aulas nos dias da semana de 15 de maio, no Edifício das Comunicações Óticas, Comunicações Rádio e Robótica foi de 1834 kWh.

Na Tabela 46 apresenta-se o número de pessoas no edifício:

Tabela 46 - Consumo de eletricidade por pessoa, ECOCR.

Semana de estudo	Consumo diário (kWh/dia) (8h às 19h)	Consumo diário (kWh/dia) (20h às 7h)	Nº Pessoas	Consumo unitário (kWh/dia/pessoa)
15 de maio	483	324	7	69.0
16 de maio	404	321	7	57.7
17 de maio	430	362	6	71.7
18 de maio	498	420	11	45.3
19 de maio	487	407	4	121.7
Média	460.4	367	7	73.1

Para o cálculo do consumo unitário, é apenas contabilizado o consumo diário é das 8h às 19h e o número de pessoas é obtido através da média da Tabelas 46. Observa-se, que consumo de eletricidade fora do período de aula é significativo.

5.6 Análise dos custos do ciclo de vida dos edifícios em estudo

Para a análise dos custos do ciclo de vida dos edifícios DECIVIL, ESSUA, CICFANO e ECOCR teve-se como base a metodologia proposta por (Langdon D., 2007), apresentada na Tabela 25. O principal objetivo desta análise é entender de que modo variam os custos de utilização dos edifícios em estudo. O período de estudo foi considerado de 50 anos, tendo como ano inicial 2015. No custo de utilização foram considerados todos os custos de manutenção envolvidos nos edifícios em estudo, todos os gastos com o consumo de água, eletricidade e gás. O ano final desta análise terminará em 2065. Para a obtenção dos consumos para o ano de estudo considerou-se uma distribuição uniforme, utilizando a função ALEATÓRIO do Excel para devolver valores de 0 a 1 para que seja possível extrapolar os dados até 2065, o mesmo aplicando-se ao preço unitário praticado relativamente a cada consumo, para a obtenção da taxa de atualização utilizou-se uma taxa de inflação máxima respetiva a cada uso, obtida segundo PORDATA e a taxa de juro da dívida portuguesa a longo tempo, obtendo-se assim um custo atualizado obtido pela equação (3).

$$VAL = \sum_{t=1}^n \frac{vf}{(1+t)^n} \quad (3)$$

onde:

Val - valor atual líquido;

Vf - capital a receber no fim de um período futuro;

t- taxa de atualização;

n – quantidade de períodos.

Para calcular os custos dos consumos de água, eletricidade e gás, a taxa de atualização considerada foi de 8.38% e para calcular os custos de manutenção, utilizou-se uma taxa de atualização de 7.28%.

Após o somatório de todos os custos atualizados, considerou-se uma amostra de 10 valores para cada tipo de custo e fez-se a média, de modo a obter um valor mais preciso.

Obtendo-se assim, os seguintes gráficos:

DECIVIL

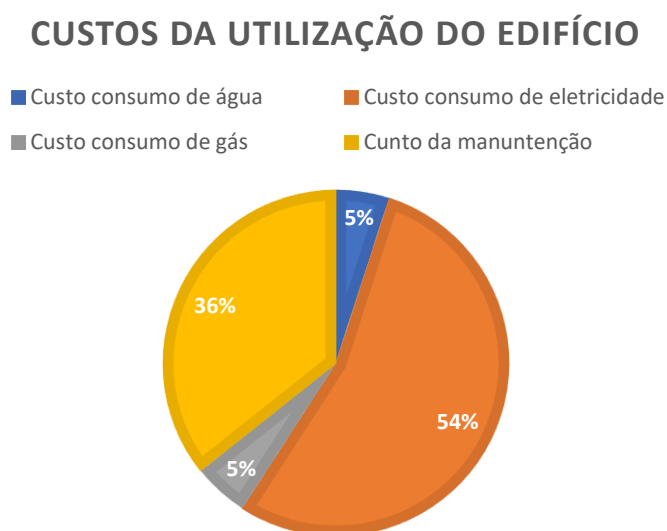


Figura 58 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício DECIVIL.

Obteve-se um custo de utilização de 241.9 euros/m², num período de vida de 50 anos. Este valor representa cerca de 21% do valor de aquisição do edifício.

ESSUA

CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

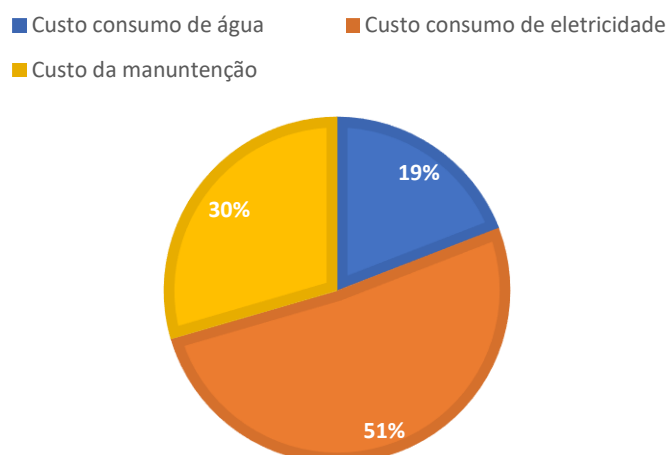


Figura 59 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício ESSUA.

Obteve-se um custo de utilização 268,3 euros/m², num período de vida de 50 anos. Este valor representa cerca de 28% do valor de aquisição do edifício.

CICFANO

CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

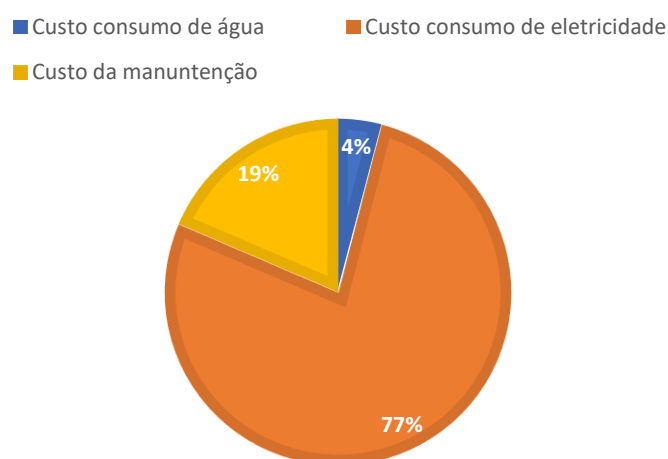


Figura 60 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício CICFANO.

Obteve-se um custo de utilização de 167.2 euros/m², num período de vida de 50 anos. Este valor representa cerca de 18% do valor de aquisição do edifício.

ECOCRR

CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

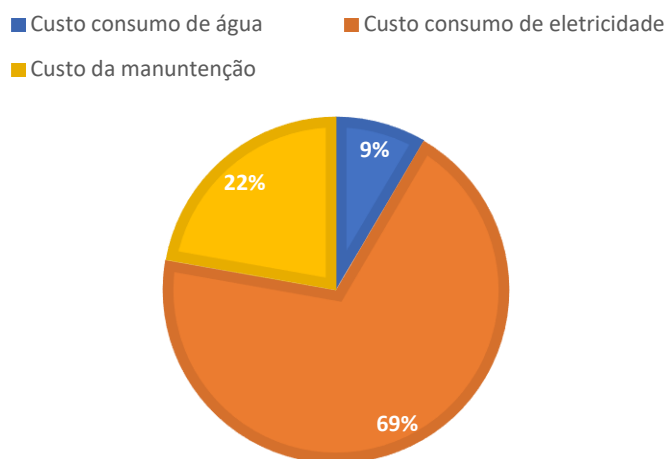


Figura 61 - Percentagens dos custos do ciclo de vida do edifício ECOCRRR.

Obteve-se um custo de utilização de 204.2 euros/m², num período de vida de 50 anos. Este valor representa cerca de 23% do valor de aquisição do edifício.

Capítulo 6

Conclusões

6 Conclusões

Na parte I do presente trabalho, foram colocados em prática todos os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do percurso académico. O estágio curricular foi abrangente, porém teve um maior foco no dimensionamento de projetos de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais. Para o dimensionamento destes projetos foi necessário relembrar todas as matérias de hidráulica e rever/consultar, toda a legislação/regulamentos inerente à elaboração dos projetos.

Sendo o estágio um período de formação e aprendizagem em ambiente empresarial, foi possível neste sentido desenvolver competências profissionais, através da integração numa equipa de trabalho experiente, estimulando assim a capacidade de adaptação a novas situações e o trabalho em equipa. O estágio constituiu um período de trabalho importante para a formação e para a integração num mundo profissional. Acredita-se, assim, que os objetivos propostos pela empresa foram alcançados. Conclui-se assim que a elaboração de projetos de Engenharia Civil é uma atividade muito importante e de grande complexidade.

Na parte II do presente trabalho, denominada como parte inovadora, foi realizado uma análise dos consumos de água, energia e uma análise dos custos que advém da utilização dos edifícios universitários da Universidade de Aveiro. Os casos de estudos foram quatro edifícios do Campus Universitário da Universidade de Aveiro, nomeadamente o Departamento de Engenharia Civil, o Complexo Interdisciplinar de Ciências Físicas Aplicadas à Nanotecnologia e à Oceanografia, a Escola Superior de Saúde e o Edifício das Comunicações Óticas, Comunicações Rádio e Robótica, edifícios com características distintas. Os edifícios ECOCCR e CICFANO, são edifícios focados para uma vertente de investigação, porém os edifícios ESSUA e DECIVIL estão focados para uma vertente dedicada ao ensino letivo e também possuem componente de investigação. Após a análise dos consumos conclui-se que o DECivil é o departamento em estudo que consome menos água ($1.5 \text{ m}^3/\text{dia}$) e o que consome mais água por dia é o ESSUA ($19 \text{ m}^3/\text{dia}$), sendo que o CICFANO e o ECOCCR têm consumos idênticos cerca de $2.61 \text{ m}^3/\text{dia}$. Relativamente ao consumo de energia o DECivil é o departamento que consome menos energia (cerca de $499 \text{ kWh}/\text{dia}$). O departamento que mais consome energia foi o ESSUA ($1878 \text{ kWh}/\text{dia}$), seguindo o CICFANO ($1018 \text{ kWh}/\text{dia}$) e o ECOCCR ($641 \text{ kWh}/\text{dia}$). Na semana de estudo realizada a 15 de maio a 19 de maio de 2017, de forma a relacionar os consumos dos

edifícios em estudo com o número de ocupantes, foi possível obter as seguintes relações para o consumo médio de água para o edifício DECivil (12.8 l/dia/pessoa), CICFANO (221.6 l/dia/pessoa), ESSUA (211.5 l/dia/pessoa) e o ECCOCR (365.9 l/dia/pessoa). Relativamente ao consumo médio de eletricidade durante a semana de estudo para o edifício DECivil foi de 1.96 kWh/dia/pessoa, CICFANO de 17.2 kWh/dia/pessoa, ESSUA de 12.5 kWh/dia/pessoa e o ECCOCR de 73.08 kWh/dia/pessoa.

Deste modo conclui-se que o consumo de água e de eletricidade depende do tipo de atividade realizada no edifício e do tipo de equipamentos de cada edifício.

Relativamente à análise do custo de utilização dos edifícios em estudo, considerou-se o ano 2015 como ano base visto ser um ano em que existem dados para todos os edifícios. Estimou-se o custo relativo a consumos e manutenções dos edifícios durante 50 anos e foi possível relacionar esse custo com o custo de aquisição dos edifícios em estudo que em média pode ser representado por 22,5% do custo de aquisição do edifício. Ainda, foi possível obter as seguintes relações para custo de manutenção por m² de área útil dos edifícios, durante um período de vida de 50 anos: DECivil de (241.9 euros/m²), ESSUA (268.3 euros/m²), CICFANO (167.2 euros/m²) e o ECCOCR (204.2 euros/m²). Os edifícios que estão vocacionados para uma componente letiva e uma componente laboratorial (DECivil e ESSUA) apresentaram custo de manutenção por metro quadrado superiores aos edifícios de componente laboratorial (CICFANO e ECCOCR).

Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo mais aprofundado dos consumos por pessoa, com uma amostra superior a 1 semana, e que incluía diferentes épocas do calendário escolar da Universidade de Aveiro. Mais, que seja feita uma identificação pormenorizada e exaustiva de todos os equipamentos que consomem água e energia de modo a identificar se são energeticamente sustentáveis permitindo que se realize uma análise que permita a otimização do consumo desses equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências bibliográficas

Afonso, A. (NA). *Apontamentos sobre Instalações Hidráulicas Prediais*, Universidade de Aveiro.

Alegre, H., Covas, D., Monteiro, A., Duarte, P. (2007). *A novel methodology to prioritize investment proposals. Strategic Asset Management of Water Supply and Wastewater Infrastructures*. Instituto superior Técnico, LNEC. 23 pg.

Bakis, N., Kagioglou, M., Aouad, G., Amaratunga, D. (1998). *An integrated environment for Life Cycle Costing in construction*. University of Dalford, The Robert Gordon University. 8 pg.

Boussabaine, A., Kirkham, R. (2005). *Whole Life-cycle Costing risk and risk responses*, Blackwell Publishing, Oxford, UK. Citado em Rodrigues,J.(2014).

Bowyer, J., Fernholz, K., Bratkovich, S., Howe, J., Stai, S., Frank, M. (2013). *Life Cycle Cost Analysis of Non-Residential Buildings*, Dovetail Partners, Inc. 23 pg.

Cachim, P., Morais, M. (2013). *Estruturas de Betão, Bases de Cálculo- Bases de Cálculo. Aveiro*. Pubblindústria, Edições Técnicas.

Davis, (NA). *An Introduction to Asset Management, A simple but informative introduction to the management of physical assets*, by Robert Davis, Published by blah d blah design ltd. 32 pg.

DEFEMP, (2005). *Guidance on Life-Cycle Cost Analysis*. Department of Energy Federal Energy Management Program. Washington, 33 pg.

DFD, (2012). *Whole-of-Life Costing for Australian Government Property Management*. Department of Finance and Deregulation, Australia. 32 pg.

Dieter, G., Schmidt, L. (2013). *Engineering Design*, 5th, McGraw-Hill. 1056 pg.

Eastman, C. M., Fereshetian, N. (1994). *Information models for use in product design: A comparison*. Computer-Aided Design, Volume 26, Issue 7, 1994, 551-572 pg.

Faro, H., (1998). *Gestão da Manutenção – Guia do Formando*. Livro. Uniprint,lda. 141 pg.

FHWA, AASHTO (1999). *Asset Management Primer, Infrastructure Core Business unit*. U.S. Department of Transportation.

Flanagan, R., (1989). *Life Cycle Costing – Theory and Practice*. BSP Professional Books, 181 pg.

Fourentzou F., Genre J. L., Faist A.,(1998). *MEDIC: prediction method of probable deterioration scenarios and refurbishment investment budgets*. EPIC conference, Lyon. Citado em Rodrigues R.M.G.C., (2001).

Google, (2017). *Google Maps*. <https://www.google.pt/maps>, acessado em 02/06/2016.

IAM, (2014). *Asset Management- an anatomy*. Institute of Asset Management, version 2. 80 pg.

ISO 15686-5, (2008). *Buildings and constructed asset, Service-life planning, Life-cycle costing*. International Standard.

ISO 55000, (2014). *Asset management – Overview, principles and terminology*. International Standard. 26 pg.

Kishk, M., Hajj, A., Aouad, G., (2003). *Whole life costing in construction: a state of the art review*. RICS Foundation. 40 pg.

Kirkham, R., Muthena, A., Silva, A., Grindley, T., Brondsted, J., (2004). *Eurolifeform: An integrated probabilistic whole life cycle cost and performance model for buildings and civil infrastructure*. 12 pg.

Langdon D., (2007). *Life Cycle Costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: guidance on the use of the LCC*, Davis Langdon, Management Consulting. 60 pg.

Langdon D., (2007a). *Life Cycle Costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: a common methodology*. Davis Langdon. Management Consulting. 80 pg.

Meireles, I., Sousa, V., Silva, A. (2014). *Statistical Analysis of Water Consumption Pattern in University Buildings*, Sustainability and Innovation for the Future, 41st IAHS WORD CONGRESS. 10 pg.

Mendes,L. (2011). *Análise de Custos no Ciclo de Vida de Medidas Sustentáveis*. Instituto Superior Técnico, 231 pg.

Martins, J. (2015). *O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial* ISEL, 187 pg.

Ouertani, M.Z. Parlinkad, A.K., McFarlane, D. (2008). *Asset information management, Research challenges*. Marrakech, Morocco, Inst. of Elec. and Elec. Eng. Computer Society. Citado em Martins.J (2015).

PAS 55-1, (2008). *Asset Management, Part 1: Specification for the optimized management of physical assets*. British Standards. 40 pg.

Pavinorte, (2017). *Folhas de cálculo lajes aligeiradas*, <http://www.pavinorte.pt>. acedido em 12/01/2017.

PORDATA, (2017). *Base de Dados Portugal Contemporâneo*. <http://www.pordata.pt>, visitado em 10/07/2017.

Reis, A., Farinha, M., Farinha, J. (2012). *Tabelas Técnicas*, Edições técnicas E.T.L. 655 pg.

Rodrigues, R.M.G.C. (2001). *Gestão de edifícios: Modelo de simulação técnico económica*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 269 pg.

Rodrigues, J. (2014). *O custo do ciclo de vida de edifícios como suporte à gestão de ativos físicos construídos*. Técnico Lisboa, 152 pg.

Rivard, H., Fenves, J. (2000). *A representation for conceptual design of buildings*. Journal of computer in civil engineering, 9 pg.

RGSPDADAR, (1995). *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais 194/95 - I série B*. Lisboa: Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.

Santos, J. L. (2015). *Apresentação à AdP – Águas de Portugal*. APMI – Associação Portuguesa de Manutenção Industrial.

SCI, (2011). *Whole Life Costing*. Sustainable Construction & Innovation through Procurement, June 2011, 19 pg.

Schade, J. (2007). *Life Cycle Cost Calculation Models for Buildings*. Artigo, 10 pg.

Silva, M., Candeias, P., Coelho, E., LNEC, (2012). *Estudo comparativo sobre o Dimensionamento de Edifícios de Betão Armado: Uma Análise sobre a Regulamentação Portuguesa em vigor e os novos Eurocódigos*, LNEC, Lisboa, 2012.

Silva, B.A.P., (2013). *Avaliação de Edifícios em Serviço*. U.Porto, FEUP. 138 pg.

Shepard, R.W., (2005). *Bridge management issues in a large agency*, journal of Structure and Infrastructure Engineering, Vol 1, 7 pg.

Svensson, K., (1998). *Integrating Facilities Management Information – A process and product model approach*, Doctoral thesis, KTH, Stockholm.

TAC, (1999). *Primer on Asset Management*, Transportation Association of Canada annual meeting, Canada.

Takata, S., Kimura, F., Van Houten, F. J. A. M., Westkamper, E., Shpitalni, M., Ceglarek, D., Lee, J. (2004). *Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management*, Waseda University. Japan, The University of Tokyo. Japan. University of Twente, the Netherlands, Fraunhofer IPA, Germany, Technion, Israel, University of Wisconsin-Madison, USA, University of Wisconsin-Milwaukee, USA, 13 pg.

1+1 Arquitectos (2017). *Sousa & Lopes – Gabinete de Arquitetura e Urbanismo*. Empresa acolhedora.

ANEXO A

(sem escala)

ANEXO B

Grupo: Rés-do-chão			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N6 -> N14	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.52 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 147.07 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.85 m/s Altura da lâmina: 38.67 mm Taxa de ocupação: 33.60 % Tensão de arrastamento: 2.0717 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> N12	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.25 m Inclinação: 1.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 86.47 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A1 -> N12	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 0.69 m Inclinação: 1.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 148.79 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A8 -> N14	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.14 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.78 m/s Altura da lâmina: 32.76 mm Taxa de ocupação: 26.78 % Tensão de arrastamento: 1.8168 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N14 -> N12	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 6.08 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 186.31 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.90 m/s Altura da lâmina: 43.99 mm Taxa de ocupação: 39.93 % Tensão de arrastamento: 2.2802 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N1 -> A3	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.30 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 163.75 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.87 m/s Altura da lâmina: 40.98 mm Taxa de ocupação: 36.33 % Tensão de arrastamento: 2.1647 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N2 -> A7	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.75 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 95.29 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.75 m/s Altura da lâmina: 30.79 mm Taxa de ocupação: 24.58 % Tensão de arrastamento: 1.7270 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N4 -> A1	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.55 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 95.29 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.75 m/s Altura da lâmina: 30.79 mm Taxa de ocupação: 24.58 % Tensão de arrastamento: 1.7270 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N5 -> A6	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.35 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 138.09 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.83 m/s Altura da lâmina: 37.39 mm Taxa de ocupação: 32.10 % Tensão de arrastamento: 2.0185 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N17	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.83 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.74 m/s Altura da lâmina: 29.90 mm Taxa de ocupação: 23.60 % Tensão de arrastamento: 1.6854 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N8 -> N14	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.78 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.74 m/s Altura da lâmina: 29.90 mm Taxa de ocupação: 23.60 % Tensão de arrastamento: 1.6854 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N12	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.78 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 213.13 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.94 m/s Altura da lâmina: 47.44 mm Taxa de ocupação: 44.09 % Tensão de arrastamento: 2.4046 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A5	Colector, PVC-Ø125 Comprimento: 1.05 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 304.24 l/min Caudal máximo: 355.95 l/min Velocidade: 1.02 m/s Altura da lâmina: 54.34 mm Taxa de ocupação: 44.48 % Tensão de arrastamento: 2.7484 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N12 -> A6	Colector, PVC-Ø125 Comprimento: 8.12 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 264.78 l/min Caudal máximo: 355.95 l/min Velocidade: 0.99 m/s Altura da lâmina: 50.26 mm Taxa de ocupação: 40.15 % Tensão de arrastamento: 2.6020 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N16 -> N12	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 4.79 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 147.07 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.85 m/s Altura da lâmina: 38.67 mm Taxa de ocupação: 33.60 % Tensão de arrastamento: 2.0717 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A3 -> A7	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 5.99 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 163.75 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.87 m/s Altura da lâmina: 40.98 mm Taxa de ocupação: 36.33 % Tensão de arrastamento: 2.1647 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N17 -> A4	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 3.22 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 213.13 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.94 m/s Altura da lâmina: 47.44 mm Taxa de ocupação: 44.09 % Tensão de arrastamento: 2.4046 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> N17	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.26 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 193.32 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.91 m/s Altura da lâmina: 44.90 mm Taxa de ocupação: 41.03 % Tensão de arrastamento: 2.3140 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A8	Colector, PVC-Ø140 Comprimento: 0.64 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 379.89 l/min Caudal máximo: 482.70 l/min Velocidade: 1.08 m/s Altura da lâmina: 58.14 mm Taxa de ocupação: 41.85 % Tensão de arrastamento: 2.9828 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> A5	Colector, PVC-Ø125 Comprimento: 6.22 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 213.13 l/min Caudal máximo: 355.95 l/min Velocidade: 0.93 m/s Altura da lâmina: 44.64 mm Taxa de ocupação: 34.27 % Tensão de arrastamento: 2.3832 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações

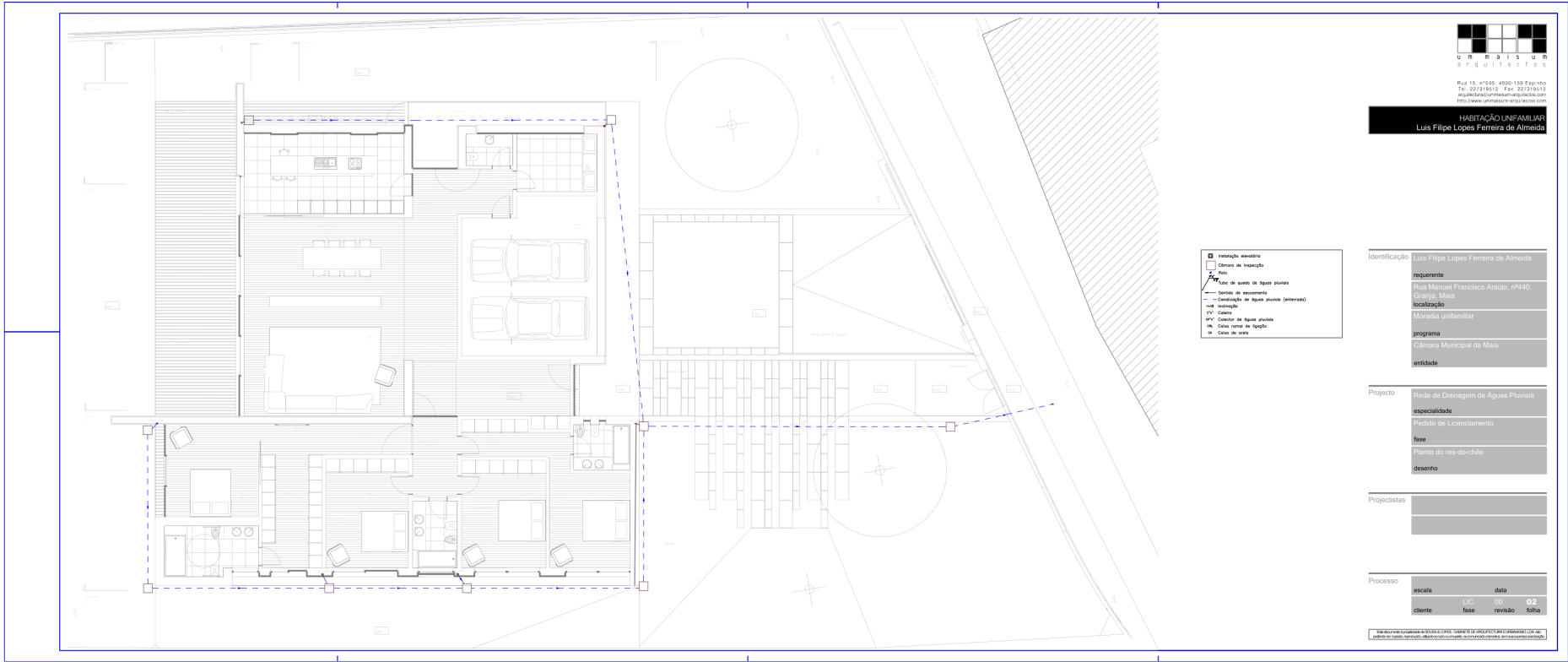
Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A8 -> N9	Colector, PVC-Ø160 Comprimento: 2.49 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 379.89 l/min Caudal máximo: 690.89 l/min Velocidade: 1.07 m/s Altura da lâmina: 54.69 mm Taxa de ocupação: 32.21 % Tensão de arrastamento: 2.9506 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N6 -> A2	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.86 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.66 m/s Altura da lâmina: 24.35 mm Taxa de ocupação: 17.68 % Tensão de arrastamento: 1.4147 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A1 -> N14	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.17 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 95.29 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.75 m/s Altura da lâmina: 30.79 mm Taxa de ocupação: 24.58 % Tensão de arrastamento: 1.7270 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N14 -> N16	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 3.31 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 128.56 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.82 m/s Altura da lâmina: 36.00 mm Taxa de ocupação: 30.48 % Tensão de arrastamento: 1.9594 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> N16	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.75 m Inclinação: 1.0 %	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 252.36 l/min Velocidade: 0.66 m/s Altura da lâmina: 24.35 mm Taxa de ocupação: 17.68 % Tensão de arrastamento: 1.4147 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações

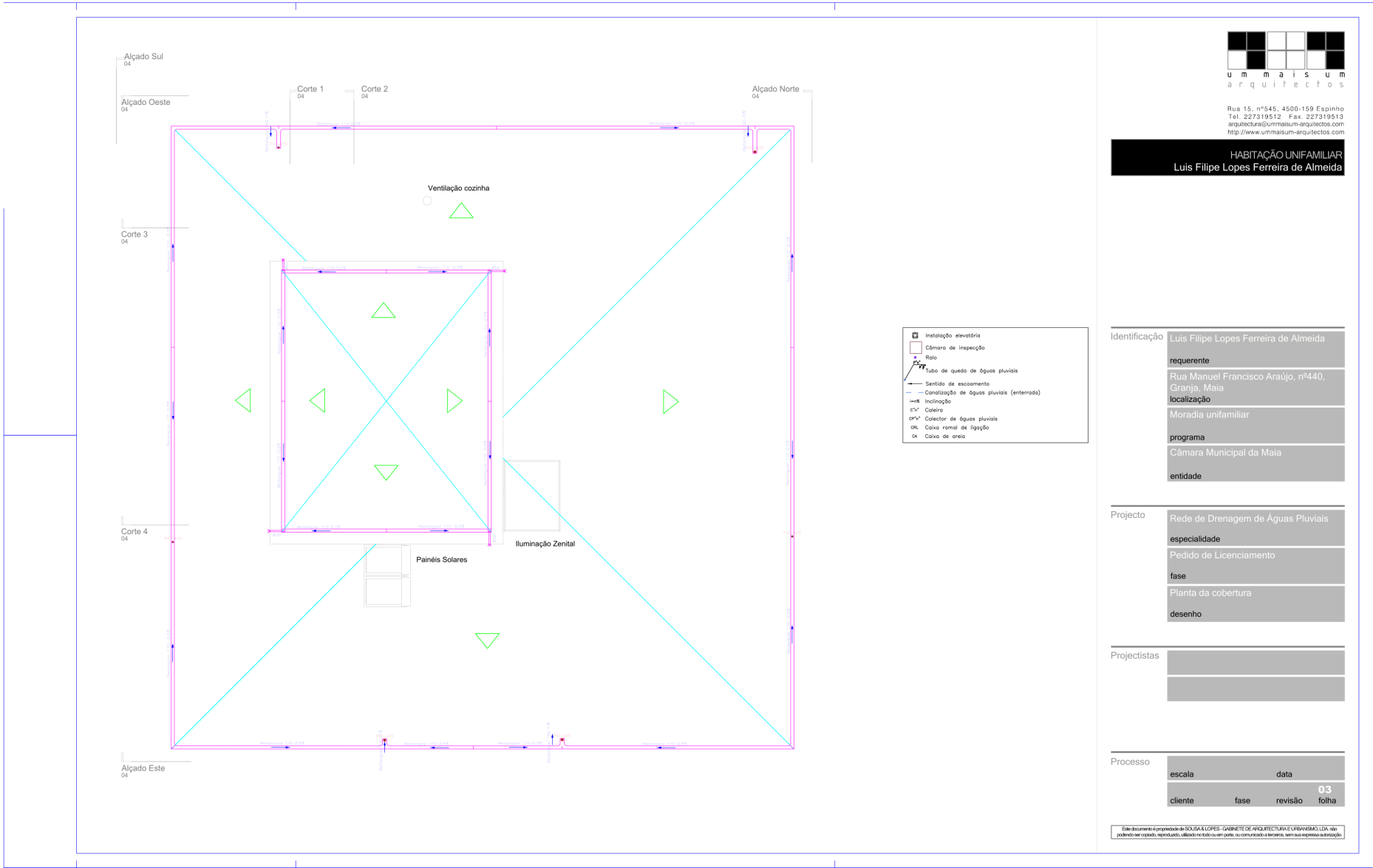
ANEXO C

(sem escala)

ANEXO D

(sem escala)







HABITAÇÃO UNIFAMILIAR
Luis Filipe Lopes Ferreira de Almeida

- ☒ Instalação elevatória
- ☐ Câmara de inspeção
- ☐ Ralo
- ☒ Tubo de queda de águas pluviais
- ☐ Sentido de escoamento
- ☐ Canalização de águas pluviais (sentido)
- ☐ Inclinação
- ☐ C/º Coeficiente
- ☐ C/V Colector de águas pluviais
- ☐ CM Colector remota de ligação
- ☐ CA Caixa de areia

Identificação Luis Filipe Lopes Ferreira de Almeida

requerente

Rua Manuel Francisco Araújo, nº440,
Gratia, Maia

Grupos, idade e localização

Moradia unifamiliar

programa

Câmara Municipal da Maia

Projecto	Rede de Drenagem de Águas Pluviais
----------	------------------------------------

especialidade

Pedido de Licenciamento

fase

Proposta: Corte e Perfis

Projectistas: _____

Processo	Setembro 2011
----------	---------------

escala	data

cliente	fase	revisão	for
---------	------	---------	-----

© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

Este documento es propiedad de SOGISA (CIPES - CAMBIO DE AGROPECULTURA E INGENIERIA), no podrá ser usado, modificado, distribuido o vendido, ni reproducido sin el consentimiento expreso de SOGISA.

ANEXO E

IMPORTANTE

Aquisição de dados para Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Âmbito: Análise do peso da componente hídrica nos custos do ciclo de vida de edifícios universitários.

Objetivo: Sou aluno do MIEC, pretendo a obtenção da taxa de ocupação do edifício, para isso necessitava de saber o número de alunos nesta sala.

Número de alunos presentes:

A folha será recolhida da secretária assim que seja possível.

Obrigado pela colaboração.

ANEXO F

Contagens Interior

Data:

Gabinetes	
Salas de estudo	
Oficinas/Salas de ensaio/ Laboratórios	

ANEXO G

CONTAGEM EXTERIOR

	15min	15min	15min	15min
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				
ENTRADAS				
SAÍDAS				


ANEXO H

Sala	Dia da semana	Hora	Número inscritos	Nºpresentes	%de Ocupação	NºPessoas	NºTotal
28.02.29	Segunda	13h-14:30h	7	4	57.14		4
28.02.29	Segunda	15h-17h	26			17.49	18
28.02.29	Segunda	17h-19h	17			11.44	12
28.02.29	Terça	9:30h-11h	20	13	65.00		13
28.02.29	Terça	11h-13h	25			16.82	17
28.02.29	Quinta	9h-13h	28	28	100.00		28
28.02.29	Sexta	9h-10:30h	25			16.82	17
28.02.29	Sexta	14:30h-16h	15			10.09	11
28.02.29	Sexta	16h-17:30h	15			10.09	11
28.02.23	Segunda	10h-13h	22	19	86.36		19
28.02.23	Terça	9:30h-11:30h	21			14.13	15
28.02.23	Terça	14h-16h	29			19.51	20
28.02.23	Quinta	9h-10:30h	15	10	66.67		10
28.02.23	Quinta	11h-13h	11			7.40	8
28.02.23	Quinta	14h-16h	17			11.44	12
28.02.23	Sexta	10:30h-12h	14	14	100.00		14
28.02.23	Sexta	14h-16h	49			32.96	33
28.02.20	Segunda	9h-11h	21			14.13	15
28.02.20	Segunda	13:30h-15h	22	12	54.55		12
28.02.20	Terça	9h-11h	34	21	61.76		21
28.02.20	Terça	11h-13h	34			22.87	23
28.02.20	Terça	14h-17h	7			4.71	5
28.02.20	Quarta	11:30h-13h	15	8		10.09	8
28.02.20	Quinta	9h-11h	29			19.51	20
28.02.20	Quinta	11h-12:30h	19			12.78	13
28.02.20	Sexta	9h-11h	39			26.24	27
28.02.20	Sexta	14h-16h	12	7	58.33		7
28.02.20	Sexta	16h-18h	29			19.51	20
28.02.16	Segunda	10h-12h	11			7.40	8
28.02.16	Terça	11h-13h	12			8.07	9
28.02.16	Terça	13:30h-15:30h	39			26.24	27
28.02.16	Terça	16h-17:30h	15			10.09	11
28.02.16	Quinta	11h-13h	21	12	57.14		12
28.02.16	Sexta	10h-11:30h	7			4.71	5
28.02.16	Sexta	11:30h-13h	10			6.73	7
28.01.10	Segunda	13h-15h	22	16	72.73		16
28.01.10	Segunda	15h-17h	31			20.85	21
28.01.10	Terça	9h-11h	11	11	100.00		11
28.01.10	Quinta	9h-11h	31	12	38.71		12
28.01.10	Quinta	14h-16h	34	15	44.12		15

28.01.10	Quinta	16h-18h	49	25	51.02		25
28.01.10	Sexta	9h-10:30h	20	18	90.00		18
28.01.10	Sexta	11h-13h	22			14.80	15
28.01.11	Segunda	8:30h-11:30h	15			10.09	11
28.01.11	Segunda	15h-17h	21	14	66.67		14
28.01.11	Terça	16h-18h	26	18	69.23		18
28.01.11	Quinta	9h-11h	11			7.40	8
28.01.11	Quinta	16h-17:30h	22	12	54.55		12
28.01.11	Sexta	9h-11h	39	14	35.90		14
28.01.11	Sexta	14h-16h	11			7.40	8
28.02.29	Terça	16h-17:30h	69			46.42	47
28.02.29	Quarta	9h-11h	69			46.42	47
28.01.10	Sexta	16h-18h	69			46.42	47
28.01.11	Terça	9:30h-11h	30	22	73.33		22
28.02.29	Quarta	11h-13h	60			40.36	41
28.02.23	Quarta	9h-11h	40			26.91	27
28.02.20	Quarta	9h-11h	40			26.91	27
28.02.20	Quinta	14h-16h	50			33.64	34
28.02.16	Segunda	14h-16h	50			33.64	34
28.02.16	Quinta	9h-11h	50			33.64	34
28.02.16	Quinta	14h-16h	60			40.36	41
28.02.16	Quinta	16h-18h	60			40.36	41
28.01.10	Quinta	11h-13h	60			40.36	41
28.02.16	Terça	18h-19h	52			34.98	35
28.02.23	Quinta	16h-18h	15			10.09	11
28.02.16	Terça	9h-11h	16	16	100.00		16
28.02.16	Sexta	13h-15h	60	50	83.33		50
28.02.16	Sexta	15h-17h	60			40.36	41
28.01.10	Segunda	11h-12:30h	16	12	75.00		12
28.01.10	Terça	14h-16h	16	14	87.50		14
28.01.11	Quarta	9h-10:30h	7			4.71	5
28.01.11	Quarta	10:30h-11:30h	7			4.71	5
28.01.10	Terça	11h-12h	13			8.75	9
28.01.10	Sexta	14h-16h	40			26.91	27
					1749.04		1438

Média taxa de ocupação %
67.27

ANEXO I
(sem escala)



PAVINORTE
Jorge Silva Costa / S.A.
 Rua do Monte D'Além, N.º 736
 4575-135 Cabeça Santa / Penafiel
 tel: 255 617 340 / email: pavinorte@mail.telepac.pt

Requerente: IMOGUETIM

Obra: espinho

Data: 2017-04-26 10:44:12

Betão Complementar: C30/37

Armadura sobre Apoios: A 400

Armadura de Distribuição: A 400

Nome	Vão (m)	Altura Total (cm)	Laje PAVINORTE	Ações características (kN/m2)					E.L. Últimos		E.L. Utilização				Armaduras					Maciçamento (m)	Betão (L/m2)
				Permanentes				Variáveis	Resistência		Fendilhação	Deformação		Distribuição	Apoios		Tarugos				
				Pp	Rev	Div	Out		Mod / Mrd (kNm/m)	Vsd / Vrd (kNm)		Mo / Mfctk (kNm/m)	EI (kNm2/m)		fadm (cm)	fp (cm)		Maihasol	Lap (m)		
LP1	5,67	25,0	V5-BN 24x20-25	3,84	1,00	1,50	0,00	2,00	50,27 / 59,40	36,47 / 42,50	27,89 / 36,60	21.035	1,42	1,26	AR46	1,418	0,96	2	2 φ 10	-	99,5
LP1	5,59	25,0	V5-BN 24x20-25	3,84	1,00	1,50	0,00	2,00	48,86 / 59,40	34,97 / 42,50	27,11 / 36,60	21.035	1,40	1,19	AR46	1,398	0,92	2	2 φ 10	-	99,5
LP2	5,95	25,0	2V4-BN 40x20-25	3,67	1,00	1,50	0,00	2,00	54,23 / 55,20	36,46 / 46,50	29,96 / 34,20	22.577	1,49	1,38	AR46	1,488	1,02	2	2 φ 10	-	98,5
LP1	5,06	25,0	V5-BN 24x20-25	3,84	1,00	1,50	0,00	2,00	40,04 / 59,40	31,65 / 42,50	22,21 / 36,60	21.035	1,27	0,80	AR46	1,265	0,75	2	2 φ 10	-	99,5
LP3	3,32	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	15,71 / 20,70	18,92 / 24,90	8,54 / 14,80	15.906	0,83	0,17	AR34	0,830	0,30	1	2 φ 10	-	78,5
LP3	3,56	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	18,06 / 20,70	20,29 / 24,90	9,82 / 14,80	15.906	0,89	0,23	AR34	0,890	0,34	1	2 φ 10	-	78,5
LP1	5,79	25,0	V5-BN 24x20-25	3,84	1,00	1,50	0,00	2,00	52,42 / 59,40	36,22 / 42,50	29,08 / 36,60	21.035	1,45	1,36	AR46	1,448	0,99	2	2 φ 12	-	99,5

Figura 62 - Dimensionamento Lajes Aligeiradas Rés-do-chão



Quadro resumo das Lajes Aligeiradas - PAVINORTE																						
 PAVINORTE Jorge Silva Costa / S.A. Rua do Monte D'Além, Nº 736 4575-135 Cabeça Santa / Penafiel tel: 255 617 340 / email: pavinorte@mail.telepac.pt				Requerente: IMOGUETIM										Betão Complementar: C30/37								
				Obra: espinho										Armadura sobre Apoios: A 400								
				Data: 2017-04-26 11:56:43										Armadura de Distribuição: A 400								
Nome	Vão (m)	Altura Total (cm)	Laje PAVINORTE	Ações características (kN/m2)					E.L.Últimos		E.L.Utilização				Armaduras					Maciçamento (m)	Betão (L/m2)	
				Permanentes			Variáveis		Resistência		Fendilhação		Deformação		Distribuição		Apoios		Tarugos			
				Pp	Rev	Div	Out	Sob	Msd / Mrd (kNm/m)	Vsd / Vrd (kNm/m)	Mo / Mfctk (kNm/m)	EI (kNm2/m)	fadm (cm)	fp (cm)	Maihasol	Lap (m)	Ap (cm2/m)	Nº	Az			
LP1	6,00	25,0	2V4-BN 40x20-25	3,67	1,00	1,50	0,00	2,00	55,15 / 55,20	36,77 / 46,50	30,47 / 34,20	22.577	1,50	1,43	AR46	1,500	1,04	2	2 φ 10	-	98,5	
LP1	5,57	25,0	2V4-BN 40x20-25	3,67	1,00	1,50	0,00	2,00	47,53 / 55,20	34,13 / 46,50	26,25 / 34,20	22.577	1,39	1,06	AR46	1,393	0,90	2	2 φ 10	-	98,5	
LP2	5,28	25,0	V5-BN 24x20-25	3,84	1,00	1,50	0,00	2,00	43,59 / 59,40	33,03 / 42,50	24,18 / 36,60	21.035	1,32	0,94	AR46	1,320	0,82	2	2 φ 10	-	99,5	
LP1	5,95	25,0	2V4-BN 40x20-25	3,67	1,00	1,50	0,00	2,00	54,23 / 55,20	36,46 / 46,50	29,96 / 34,20	22.577	1,49	1,38	AR46	1,488	1,02	2	2 φ 10	-	98,5	
LP2	5,00	25,0	V5-BN 24x20-25	3,84	1,00	1,50	0,00	2,00	39,09 / 59,40	31,28 / 42,50	21,69 / 36,60	21.035	1,25	0,76	AR46	1,250	0,74	2	2 φ 10	-	99,5	
LP3	3,56	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	18,06 / 20,70	20,29 / 24,90	9,82 / 14,80	15.906	0,89	0,23	AR34	0,890	0,34	1	2 φ 10	-	78,5	
LP3	3,23	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	14,87 / 20,70	18,41 / 24,90	8,09 / 14,80	15.906	0,81	0,16	AR34	0,808	0,28	1	2 φ 10	-	78,5	

Figura 63 - Dimensionamento Lajes Aligeiradas 1º Piso



PAVINORTE
Jorge Silva Costa Lda
 Rua do Monte D'Além, Nº 736
 4575-135 Cabeça Santa / Penafiel
 tel: 255 617 340 / email: pavinorte@mail.telepac.pt

Quadro resumo das Lajes Aligeiradas - PAVINORTE

Requerente: IMOGUETIM

Obra: Espinho

Data: 2017-04-26 12:15:12

Betão Complementar: C30/37

Armadura sobre Apoios: A 400

Armadura de Distribuição: A 400

Nome	Vão (m)	Altura Total (cm)	Laje PAVINORTE	Acções características (kN/m2)					E.L.Últimos		E.L.Utilização					Armaduras					Maciçamento (m)	Betão (L/m2)		
				Permanentes				Variáveis	Resistência		Fendilhação		Deformação			Distribuição		Apoios					Tarugos	
				Pp	Rev	Div	Out	Sob	Mod / Mnd (kNm/m)	Vsd / Vnd (kN/m)	Mo / Mfctk (kNm/m)	El (kNm2/m)	fadm (cm)	fip (cm)	Maiasol	Lap (m)	Ap (cm2/m)	Nº	At					
LP1	2,61	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	9,71 / 20,70	14,88 / 24,90	5,28 / 14,80	15,906	0,65	0,07	AR34	0,653	0,18	0	-	-	-	78,5		
LP1	2,67	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	10,16 / 20,70	15,22 / 24,90	5,52 / 14,80	15,906	0,67	0,07	AR34	0,668	0,19	0	-	-	78,5			
LP1	3,60	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	18,47 / 20,70	20,52 / 24,90	10,04 / 14,80	15,906	0,90	0,24	AR34	0,900	0,35	1	2 φ 10	-	78,5			
LP1	3,57	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	18,16 / 20,70	20,35 / 24,90	9,88 / 14,80	15,906	0,89	0,23	AR34	0,893	0,34	1	2 φ 10	-	78,5			
LP1	3,32	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	15,71 / 20,70	18,92 / 24,90	8,54 / 14,80	15,906	0,83	0,17	AR34	0,830	0,30	1	2 φ 10	-	78,5			
LP1	3,36	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	16,09 / 20,70	19,15 / 24,90	8,75 / 14,80	15,906	0,84	0,18	AR34	0,840	0,30	1	2 φ 10	-	78,5			
LP1	3,00	25,0	V2-BN 40x20-25	3,10	1,00	1,50	0,00	2,00	12,83 / 20,70	17,10 / 24,90	6,98 / 14,80	15,906	0,75	0,12	AR34	0,750	0,24	1	2 φ 10	-	78,5			
LP2	5,51	25,0	V4-BN 24x20-25	3,83	1,00	1,50	0,00	2,00	47,42 / 49,30	34,42 / 42,50	26,30 / 30,80	20,934	1,38	1,12	AR42	1,378	0,89	2	2 φ 10	-	99,5			
LP2	4,47	25,0	V4-BN 24x20-25	3,83	1,00	1,50	0,00	2,00	31,21 / 49,30	27,93 / 42,50	17,31 / 30,80	20,934	1,12	0,49	AR42	1,118	0,59	1	2 φ 10	-	99,5			

